



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

DISSERTAÇÃO

Residências Sustentáveis e sua Contribuição ao Meio Ambiente

Trabalho realizado por:

José Augusto das Graças

sob orientação de:

Professor Doutor Luis Manuel Bragança Miranda Lopes

Outubro 2010

Outubro 2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço às empresas que me ajudaram com informações sobre o uso das tecnologias verdes e materiais ecológicos.

Agradeço à minha esposa pela compreensão e conselhos.

Agradeço a todos os professores, pelo conhecimento adquirido.

Agradeço a oportunidade e o privilégio de ter feito parte de um grupo muito especial.

Agradeço aos meus pais por todos os valores que me ensinaram.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Luiz Manuel Bragança Miranda Lopes.

Resumo

Título - Residências Sustentáveis e sua contribuição ao meio ambiente.

O objetivo deste trabalho de mestrado é demonstrar a importância da residência sustentável, em todas as fases do processo, por meio de conceitos, técnicas e tecnologias.

De acordo com o relatório da *UNEP SBCI - Sustainable Buildings & Climate Initiative*-, intitulado "*Buildings and Climate Change*", a construção, renovação e manutenção dos prédios contribuem com 10% a 40% do Produto Interno Bruto dos países (PIB), e representam em média 10% do emprego global.

Porém, de acordo com o mesmo relatório, o setor da construção civil é responsável pela emissão de 30% dos gases de efeito estufa e por 40% da energia consumida, no mundo.

Outro dado alarmante, levantado pela Universidade da Água¹, é que somente 2,5% da água no planeta é doce e somente 0,007% é acessível para o consumo humano, a qual é encontrada em rios, lagos e na atmosfera. O agravante desta situação é a previsão de um aumento no uso de água em 50%, nos países em desenvolvimento e 18% nos países desenvolvidos, até 2025.

Com base em todos estes dados, os estudos foram focados em soluções que mitiguem o consumo de energia e água, por meio de pesquisas online, livros, artigos e empresas que produzem materiais com perfil sustentável.

Palavras-chave: Residência Sustentável, Tecnologias, Energia, Água.

Abstract

Title - Sustainable Homes and its contribution to the environment.

The goal of this master thesis is to demonstrate the importance of sustainable house, at all stages of the process, through concepts, techniques and technologies.

According to the report of the UNEP SBCI - Sustainable Buildings & Climate Initiative-, report, entitled "Buildings and Climate Change", construction, renovation and maintenance of the buildings contribute 10% to 40% of Gross Domestic Product of countries (GDP), and represents an average 10% of global employment.

However, according to the same report, the construction industry is responsible for issuing 30% of greenhouse gases and 40% of energy consumed in the world.

Another alarming fact, raised by Universidade da Água, is that only 2.5% of the planet is fresh water and only 0.007% is accessible for human consumption, which is found in rivers, lakes and atmosphere. The aggravation of this situation is the anticipated increase in water use by 50% in developing countries and 18% in developed countries by 2025.

Based on these data, the studies were focused in solutions that mitigate the energy and water, through online surveys, books, articles and companies that produce materials with sustainable profile.

Keywords: Sustainable Housing, Technology, Energy, Water.

ÍNDICE

1. Introdução	03
1.1. Temas a serem abordados	04
2. Desenvolvimento Sustentável	07
3. Construção Civil e o Aquecimento Global	15
3.1. A Construção Civil e o Impacte Ambiental	17
3.2. Síndrome do Edifício Doente.....	19
3.2.1. Certificação e Regulamentos em Portugal	22
3.2.1.1. Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)	23
3.2.1.2. Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE).....	23
3.3. Ilhas de Calor.....	24
4. Energia Incorporada	27
4.1. Materiais Ecológicos	28
4.1.1. Tijolo de Solo Cimento	28
4.1.2. Telha Ecológica	29
4.1.3. Piso Intertravado	30
5. Residências Sustentáveis	33
5.1. Arquitetura Bioclimática.....	36
5.2. Retrofit	36

5.3. Arquitetura Vernacular	37
5.4. Green Buildings	37
6. O Uso da Água	43
6.1. Fossa Séptica Biodigestora	44
6.2. Banheiro Seco	48
6.3. Reaproveitamento e Reutilização de Água	50
6.3.1. Reutilização Indireta não Planeada da Água	52
6.3.2. Reutilização Indireta Planeada da Água	52
6.3.3. Reutilização Direta Planeada da Água	52
6.3.4. Materiais que Economizam Água e Consumo Consciente ...	53
7. Construções Energeticamente Eficientes	57
7.1. Sistemas Solares Passivos.....	57
7.1.1. Ganho Direto	57
7.1.2. Ganho Indireto	58
7.1.2.1. Paredes Trombe	58
7.1.2.2. Parede de Água	59
7.1.3. Estratégias de Aquecimento	61
7.1.4. Estratégias de Arrefecimento	61
7.1.4.1. Sistemas de Arrefecimento Passivo.....	63
7.1.4.2. Exemplos de Arrefecimento Passivo	63
7.2. Arquitetura e o Clima	66

7.3. Energias Renováveis	68
7.4. Fontes de Energia	69
7.4.1. Exemplos de Energias Renováveis	70
7.4.1.1. Biomassa	70
7.4.1.2. Solar	71
7.4.1.3. Eólica	73
7.4.1.4. Geotérmica	75
7.5. Energias Renováveis na Europa	76
8. Conforto Térmico e Visual	83
8.1. Parâmetros que Influenciam as Trocas de Calor do Corpo Humano	84
8.2. Fatores que Influenciam o Conforto Térmico	85
8.3. Recomendações para Condições de Conforto Térmico.....	85
8.4. Conforto Visual.....	86
8.4.1. Lâmpadas LED	89
8.4.2. Tubo de Luz	90
9. Tecnologias Verdes	95
9.1. Telhados Brancos.....	95
9.2. Telhados Verdes	97
9.3. Fachadas Verdes	100
9.4. Ecopavimento	101
9.4.1. Utilização.....	102

9.4.2. Vantagens	102
9.4.3. Benefícios	103
10. Conclusão	107
11. Referências Bibliográficas	113
12. Anexos	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Perfil do tijolo de solo cimento	28
Figura 02 – Material em forma de placa	29
Figura 03 – Modelo de telha	29
Figura 04 – Piso intertravado colocado	30
Figura 05 – Placa informativa	30
Figura 06a - Ilustração do sistema (dimensionado para 05 pessoas)	45
Figura 06b - Caixa para irrigação	46
Figura 06c – Sistema de caixas interligadas por tubos de PVC	47
Figura 06d – Demonstração do sistema implantado	47
Figura 07a – Banheiro seco – foto e corte lateral	49
Figura 07b – Banheiro seco – corte em perspectiva	49
Figura 08 – Sistema de reaproveitamento de água de chuva	50
Figura 09 – Exemplo de parede trombe	58
Figura 10 – Exemplo de parede de água	59
Figura 11 – Edifício Solar XXI	63
Figura 12 – Esquema de ventilação cruzada	64
Figura 13 – Esquema de efeito chaminé	65
Figura 14 – Clima tropical seco	67
Figura 15 – Clima temperado	67
Figura 16 – Clima húmido	67
Figura 17 – Resíduo para geração da biomassa	70
Figura 18 – Painel solar	71
Figura 19a – Parque eólico	73
Figura 19b – Mecanismo de sistema eólico	74
Figura 20 – Geração de energia geotérmica	75
Figura 21 – Tubo de luz na área industrial	90
Figura 22a – Detalhes e dimensões do solatube	91
Figura 22b – Solatube instalado em residência	92

Figura 22c – Solatube instalado em residência	92
Figura 23a – Perspectiva do sistema alveolar	98
Figura 23b – Detalhe do ecotelhado	98
Figura 23c – Perfil do ecotelhado	99
Figura 24 – Telhados brancos	99
Figura 25 – Fachada verde	100
Figura 26a – Sistema das grelhas plásticas	101
Figura 26b – Espalhando a brita sobre as grelhas	101
Figura 26c – Teste no sistema instalado	101

LISTA DE ABREVIATÕES

% - Percentagem

GEE – Gases de efeito estufa

RCD – Resíduos de construção e demolição

PIB – Produto interno bruto

KG – Kilograma

GW – Gigawatts

TWh – Terawatts-hora

W – Watts

LED – Light emitting diode

IRC – Índice de reprodução de cor

UV – Ultravioleta

LUX – Índice de medida de iluminação

°C – Graus Celsius

°F – Graus fahrenheit

m² – Metro quadrado

PVC – Policloreto de vinil

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho de mestrado é demonstrar a importância da residência sustentável, em todas as fases do processo, por meio de conceitos, técnicas e tecnologias, em sintonia com a topografia, a vegetação, o clima e o vento.

É importante salientar que grande parcela da energia consumida na edificação, cerca de 80%, ocorre durante seu uso e, por este motivo seus ocupantes tem um papel importante na preservação do meio ambiente, com ações sustentáveis, tais como, reciclar o lixo, trocar as lâmpadas tradicionais por econômicas, etc.

O que se pode notar é que o setor da construção civil já percebeu o quanto pode ser prejudicial um projeto mal elaborado e procura se adequar à realidade, na mudança de conceitos construtivos, na busca por soluções sustentáveis, utilizando os recursos naturais com racionalidade e respeito ao meio ambiente.

Um fator primordial para que se tenha um ótimo resultado, e que depende da mudança da mentalidade dos profissionais envolvidos, é a troca de informações técnicas durante todas as fases do processo. Assim, é possível que as dúvidas e sugestões sejam discutidas e analisadas por meio de simulações, tendo como meta principal uma construção que se adapte totalmente ao microclima local e com o melhor desempenho energético, conforto térmico e que alcance os resultados almejados.

O universo pesquisado para o desenvolvimento desta tese continha informações importantes no que diz respeito às formas de mitigar os efeitos do aquecimento global e à emissão de gases de efeito estufa,

como as tecnologias de baixo custo, materiais ecológicos e projetos bem elaborados e em sintonia com o local de implantação.

1.1. Temas a serem Abordados

Com foco principal no bem-estar dos ocupantes, o estudo aborda conceitos, tecnologias e produtos sustentáveis. Entre os assuntos que compreendem o tema, estão:

1. Desenvolvimento Sustentável: os encontros internacionais sobre o meio ambiente;
2. Construção Civil e o Aquecimento Global: a responsabilidade da construção civil face a este problema;
3. Construção Civil e o Impacte Ambiental: efeitos do uso inadequado dos recursos naturais;
4. Energia incorporada: a importância da escolha adequada dos materiais;
5. Residências Sustentáveis: a interação com o meio ambiente e a busca do melhor resultado sustentável;
6. O Uso da Água: reaproveitamento, tecnologias de baixo custo e dados;
7. Desempenho Energético: estratégias e tecnologias para o uso racional da energia;
8. Conforto Térmico e Visual: O uso adequado das ferramentas para priorizar o bem-estar;
9. Síndrome do Edifício Doente: efeitos na saúde causados por projetos mal elaborados;
10. Ilhas de Calor: os efeitos da urbanização sem planejamento;
11. Tecnologias Verdes: apresentação de produtos ecológicos.

CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Com a revolução industrial, iniciada na Inglaterra, no século XVIII e que se expandiu para outros países no século XIX, ocorreu um grande fluxo migratório do campo para as cidades. Esta situação trouxe graves consequências, pois as cidades cresceram de forma brusca e sem qualquer planejamento urbano e infra-estruturas suficientes para suportar este grande fluxo migratório, acarretando problemas de poluição, moradia, saúde, entre outros, o que se traduziu em miséria, doenças, etc.

Naquela época não havia uma consciência sustentável, ou seja, os recursos eram utilizados sem qualquer parcimônia, não se preocupando com o amanhã. O importante era produzir, vender e ter lucro.

As graves consequências causadas pelas queimadas, pelos desflorestamentos, pela poluição das águas e pela emissão dos gases de efeito estufa, trouxe consequências devastadoras na biodiversidade e no aumento do buraco da camada de ozônio, traduzindo-se no aquecimento global.

A preocupação com este quadro sombrio incentivou a mudança de postura por parte dos países, os quais entenderam que algo de concreto precisaria ser feito. Na busca por soluções e atitudes sustentáveis, em 1972, realizou-se a 1ª Conferência Mundial das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, com a participação de 113 países. Presidida pelo canadense Maurice Strong, foi discutida a relação entre desenvolvimento sustentável e o meio ambiente.

Em 1987, foi publicado o Relatório Bruntland², elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, alertando para os riscos do uso excessivo dos recursos naturais, sem qualquer preocupação sustentável. Este sugeria, como forma de promover o desenvolvimento sustentável, a limitação do crescimento populacional, preservação da biodiversidade, diminuição do consumo de energia e o desenvolvimento e utilização de fontes renováveis de energia, entre outros. Neste relatório o desenvolvimento sustentável foi definido como aquele que satisfaz as necessidades atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem suas próprias necessidades.

Esta definição demonstrava, de uma forma sucinta e clara, que o desenvolvimento era importante e necessário, mas que deveria ser realizado de forma racional e responsável.

Em 1992 foi realizada a Conferência do Rio, Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada entre os dias 3 e 14 de junho de 1992, na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. O evento, que ficou conhecido como ECO-92³ ou Rio-92, fez um balanço tanto dos problemas existentes quanto dos progressos realizados, e elaborou documentos importantes que continuam sendo referência para as discussões ambientais.

Como resultado desta Conferência, alguns documentos importantes foram elaborados, destacando-se a Agenda 21, que tinha como objetivo, implementar estratégias e ações, a nível global, nacional e local, com a finalidade de inverter o processo de degradação e impacte ambiental.

Em 1997, foi realizada em Kyoto, no Japão, a Conferência de Kyoto⁴, na qual cerca de 10.000 delegados, observadores e jornalistas participaram; um evento de alto nível onde foi aprovado um documento denominado Protocolo de Quioto. Neste foram estabelecidas a proposta de criação da Convenção de Mudança Climática das Nações Unidas e as condições para implementação da referida Convenção. Essa reunião de Kyoto em 97 foi mais uma entre outras reuniões já ocorridas desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em junho de 1992 (ECO 92, S/D).

O principal ponto discutido foi a emissão de gases, como o CO₂, que contribuem para o efeito estufa. Houve uma tentativa de resolução no sentido de que os países reduzissem em 20% as emissões de gases de estufa, principalmente CO₂, até o ano 2000. Depois deste acontecimento a ONU continuou a trabalhar no assunto. Em 1997 chegou-se à criação do Protocolo de Quioto que consistia na redução das emissões nos GEE.

Este protocolo foi assinado por 84 países, e para entrar, efetivamente, em vigor deveria ser ratificado por 55% dos países que respondem por 55% das emissões, o que ocorreu em 16 de fevereiro de 2005.

A maioria dos países industrializados comprometiam-se a reduzir as suas emissões em 5%, em média, de determinados gases com efeito de estufa responsáveis pelo aquecimento planetário no período entre 2008 a 2012.

O Protocolo de Kyoto⁵ estabeleceu três Mecanismos Adicionais de Implementação, complementares às medidas de redução de emissão e remoção de gases de efeito estufa domésticos implementados pelas Partes no Anexo I - países mais industrializados, grandes emissores de CO₂-, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, MDL (*Clean Development Mechanism*– CDM10)-; a Implementação Conjunta (*Joint Implementation*-JI11); e o Comércio de Emissões (*Emissions Trading* – ET12).

O MDL é o único Mecanismo Adicional de Implementação que permite a participação de partes não pertencentes ao Anexo I - países que, para atender às necessidades básicas de desenvolvimento, precisam aumentar a sua oferta energética e, potencialmente, suas emissões-, como o Brasil.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo⁶ (MDL, ou *Clean Development Mechanism*, CDM, em inglês) teve origem na proposta brasileira de criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo que seria formado por meio de recursos financeiros dos países desenvolvidos que não cumprissem suas obrigações quantificadas de redução ou limitação de emissões de gases de efeito estufa (usualmente chamada de “metas”).

Tal fundo seria utilizado para desenvolver projetos em países em desenvolvimento.

Não houve consenso e a proposta do fundo foi modificada, transformando-se no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Esse mecanismo consiste na possibilidade de um país que tenha compromisso de redução de emissões (país no Anexo I) adquirir Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), geradas por projetos implantados em

países em desenvolvimento (países não-Anexo I), como forma de cumprir parte de suas obrigações quantificadas no âmbito do Protocolo.

A ideia consiste em que um projeto gere, ao ser implantado, um benefício ambiental (redução de emissões de GEE ou remoção de CO₂) na forma de um ativo financeiro, transacionável, denominado Reduções Certificadas de Emissões (RCEs). Tais projetos devem implicar reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto registrado como MDL, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança global do clima.

Os projetos de MDL nos países em desenvolvimento têm que apresentar benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo; e estar diretamente relacionadas aos gases de efeito estufa, podendo reduzir as emissões de GEE ou aumentar a remoção de CO₂. Os projetos podem envolver substituição de energia de origem fóssil por outras de origem renovável, racionalização do uso da energia, atividades de florestamento e reflorestamento, serviços urbanos mais eficientes, entre outras possibilidades.

Em 2002, foi realizada a Conferência de Joanesburgo, com a participação de 195 países, tendo como objetivo principal a revisão das metas propostas pela Agenda 21, porém os objetivos não foram alcançados. A Conferência não obteve qualquer resultado prático, ao contrário, foi marcada pelo conflito de opiniões, discussão apenas sobre questões sociais e busca por interesses individuais.

Em 2009, foi realizada a Conferência de Copenhague (COP-15), sem qualquer resultado prático, demonstrado pelas palavras do Presidente do Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva, dizendo-se estar decepcionado com o resultado e que contribuirá financeiramente com os países na luta contra a emissão dos gases efeito estufa.

A COP 18, realizada em Doha, no Qatar, entre os dias 26 de novembro e 07 de dezembro, discute este importante tema.

Segundo um estudo realizado pela análise editorial⁷, a busca por metas ambientais tornou-se regra e não exceção.

Dados colhidos junto às companhias brasileiras referentes ao período entre 2007 e 2011 mostram que o setor da construção e da engenharia aparece em primeiro lugar, com o aumento significativo na implementação da estrutura de gestão ambiental. Em 2007, atingiu 77,6% do máximo possível de pontuação no questionário e 91,4% em 2011 (+13,7%).

O estudo aponta ainda que o número de empresas que reconheceram ter uma política ambiental integrada com as demais políticas da empresa passou de 60%, em 2007, para 94,7%, em 2011. Já as que declararam ter a responsabilidade pela gestão declarada no organograma pularam de 66,7% para 94,7%. Os impactos ambientais dos processos, atividades e serviços da empresa são conhecidos pela administração, de acordo com 73,3% dos respondentes em 2007, e 96,5% em 2011. E a implementação de programas de gestão que buscam a melhoria de objetivos e metas passou de 60% para 89,5% delas no período.

De acordo com especialistas consultados pela análise editorial, o aumento dos números do ramo de construção e engenharia, deve-se em parte a uma grande pressão do mercado para realização de construções sustentáveis e da legislação de âmbito federal e, até, municipal.

CAPÍTULO 3 – CONSTRUÇÃO CIVIL E O AQUECIMENTO GLOBAL

3. CONSTRUÇÃO CIVIL E O AQUECIMENTO GLOBAL

De acordo com a *UNEP*⁸ - *United Nations Environment Programme*-, o modo como se projeta, constrói, reforma e opera os edifícios contribui com aproximadamente 1/3 do total de energia consumida associada ao efeito estufa. Mas o setor da construção civil pode reverter este quadro, pois possui comprovada capacidade e tecnologias disponíveis para alcançar este objetivo, por meio da redução nos custos operacionais, que resulta em economia de energia de uma edificação em até 50% com a implantação de processos de Eficiência Energética e de 30% em edificações já existentes se passarem por readequação e modernização (ABEE, S/D)⁹.

Entretanto esta possibilidade não se transformou em realidade devido à desunião e falta de consciência do setor.

A manufatura dos materiais para construir e demolir os edifícios e os eletrodomésticos com alto consumo energético e não eficientes, comprovado pela certificação energética, são responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa entre 10% a 20%.

Infelizmente a emissão de gases de efeito estufa está aumentando rapidamente nestas ultimas duas décadas, devido ao *boom* imobiliário na Ásia, América Latina e Meio Oeste.

De acordo com o *IPCC*¹⁰ - *Intergovernmental Panel on Climate Change* -, a indústria da construção civil foi responsável pela emissão de gases de efeito estufa em 8,6 bilhões de toneladas, podendo alcançar 15,6 bilhões de toneladas, em 2030, num cenário de grande crescimento.

O setor da construção civil é extremamente importante na geração de empregos e sua participação no PIB situa-se entre 5% a 15%.

Simples atitudes, ações e tecnologias podem contribuir de forma substancial para a redução da emissão dos gases de efeito estufa, tais como: melhoria nos sistemas de insolação e ventilação, utilização de iluminação natural, eletrodomésticos com eficiência energética com comprovada certificação energética, implantação de coletores solares e painéis fotovoltaicos que, seguramente economizarão energia e custos, refletindo na diminuição da emissão de toneladas de CO₂. Com a implantação destas medidas, é possível transformar em realidade a eficiência energética da residência/edifício.

O *World Business Council for Sustainable Development's Energy Efficiency in Buildings*¹¹, projeta que caso ocorra redução no consumo de energia nos edifícios, na Europa, da ordem de 30%, terá como consequência a diminuição de aproximadamente 11% na emissão de gases de efeito estufa e mais da metade da meta de 20% de redução de dióxido de carbono, até 2020.

A escolha dos materiais é de extrema importância. O exemplo mais significativo é o cimento, responsável por cerca de 5% da emissão global de emissão de CO₂.

Além disso, 80% de todo cimento, é produzido e usado nas economias emergentes e seria importante ter como meta estratégias de mitigação das emissões de CO₂, causadas por seu processo de produção.

3.1. A Construção Civil e o Impacte Ambiental

Segundo pesquisa realizada pela *CERF*¹² - *Civil Engineering Research Foundation*-, entidade ligada ao *ASCE*¹³ - *American Society of Civil Engineers*-, dos Estados Unidos, o volume de entulho de construção e demolição oscilam entre 0,7 a 1 tonelada por habitante/ano.

De acordo com 4º relatório divulgado pelo *IPCC*¹⁴ - *Intergovernmental Panel on Climate Change*-, 2007, a emissão de gases de efeito estufa aumentou cerca de 70%, entre 1970 e 2004, devido às atividades humanas, trazendo conseqüências catastróficas, tais como, aumento do nível das águas, mudanças climáticas severas, fome, escassez de água e perda de florestas tropicais.

Muitos *experts* concordam, ainda, que nas próximas décadas as mudanças climáticas serão drásticas e trarão impactes significativos no meio ambiente, na economia e na sociedade.

Os edifícios são responsáveis por mais de 40% da energia global consumida e 30% da emissão de gases de efeito estufa em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

A Construção Civil é considerada uma das maiores geradoras de Resíduos, se não a maior, e gera um volume duas vezes maior que o volume de lixo sólido urbano. E, ainda, é responsável pelo consumo de entre 15% e 50% dos recursos naturais extraídos, 66% de toda a madeira extraída, 40% da energia consumida e 16% da água potável (*DRYWORK, S/D*)¹⁵.

A *DRYWORK* informa ainda que esta colocação se apoia no conceito abrangente de ciclo de vida da edificação, que se inicia na fabricação dos materiais de construção, passa pelo transporte dos mesmos até o sítio das construções, pela obra propriamente dita, prolongando-se pela vida útil da edificação até a demolição e deposição final dos materiais. Em países como o Reino Unido o consumo desses materiais chega a seis toneladas por ano/habitante.

Este panorama demonstra que a construção civil é uma das atividades que mais prejudicam o meio ambiente, utilizando materiais não sustentáveis, com alto consumo de energia elétrica durante todas as fases de construção, destinando o despejo dos resíduos sólidos em aterros sanitários e, até mesmo, em vias públicas.

Por este motivo, há a necessidade de se realizar um estudo de impacto ambiental, como forma de eliminar todo e qualquer dano ao meio ambiente, em todas as fases do processo, ou seja, desde a fase de projeto, montagem/implantação do canteiro de obras, até sua finalização.

Outro ponto a ser observado é o impacto ambiental causado pelos materiais de construção, o qual pode ser amenizado quando se tem o conhecimento de quanta energia foi despendida para a produção daquele material específico, a chamada energia incorporada.

3.2. Síndrome do Edifício Doente

Nos anos 70, com a crise do petróleo e a consequente subida dos preços dos combustíveis, gerou-se uma grave crise energética mundial e os projetos privilegiaram edifícios com poucas aberturas para o exterior, com a finalidade de se economizar energia para manutenção da circulação e refrigeração do ar, o que causou a má qualidade do ar interior, pela falta de limpeza/manutenção dos dutos de ventilação.

Devido ao partido adotado, havia a necessidade de sistemas de ventilação mecânica, dando prioridade às variáveis temperatura e humidade relativa do ar, não se preocupando com a qualidade do ar interior, intimamente ligado aos ocupantes destes locais.

A questão do consumo de energia foi solucionada, por outro lado a diminuição drástica de captação do ar exterior ocasionou o aumento de poluentes químicos e biológicos no ar interior, prejudicando a taxa de renovação de ar.

Em 1982, a Organização Mundial de Saúde¹⁶ – OMS reconheceu a existência da Síndrome do Edifício Doente quando se comprovou que a contaminação do ar interno de um hotel na Filadélfia foi responsável por 182 casos de pneumonia e pela morte de 29 pessoas. De acordo com a EPA¹⁷ – *Environmental Protection Agency*, as principais causas da Síndrome do Edifício Doente são:

1. Ventilação Inadequada;
2. Os contaminantes químicos provenientes de fontes internas, tais como colas, carpetes, estofados, produtos de madeira e agentes

de limpeza, que libertam os compostos orgânicos voláteis (VOCs), incluindo o formaldeído;

3. Os contaminantes químicos provenientes de fontes exteriores, tais como poluição de escapamentos de veículos e aberturas de encanamento;
4. Contaminantes Biológicos, tais como bactérias, fungos e pólen. Estes contaminantes podem reproduzir-se em água parada e carpetes.

Como demonstrado acima, a Síndrome do Edifício Doente é mais visível nos edifícios de uso comercial e construídos com conceitos para aquela época. Os tempos mudaram e os conceitos também, mas devemos ter sempre em mente que uma boa construção começa com um bom projeto, que atenda aos quesitos de funcionalidade, bem-estar, conforto térmico dos seus ocupantes e utilização de energias limpas.

Neste âmbito, ciente e preocupada com esta situação, a União Europeia implementou, nos Estados Membros, a Diretiva 2010/31/CE¹⁸, relativa ao desempenho energético dos edifícios, que estabelece requisitos para novos edifícios, que devem cumpri-los e passar por um estudo de viabilidade antes do início da construção, olhando para a instalação de sistemas de energias renováveis de abastecimento, bombas de calor, distrito ou bloco de aquecimento ou arrefecimento e sistemas de cogeração.

No caso de edifícios existentes, quando submetidos à grande renovação, terão seu desempenho energético atualizado para satisfazer os requisitos mínimos, exceto os edifícios históricos, utilizados como locais de culto, edifícios residenciais utilizados por um período limitado durante o ano e edifícios autônomos com área útil total inferior a 50,00 m².

O objetivo desta Diretiva, de acordo com o artigo 2º, na íntegra, é: "Edifício com necessidades quase nulas de energia", um edifício com um desempenho energético muito elevado, determinado nos termos do Anexo 1. As necessidades de energia quase nulas ou muito pequenas deverão ser cobertas em grande medida por energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou proximidades". E, de acordo com o artigo 9º, "o mais tardar em 31 de dezembro de 2020, todos os novos edifícios sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia; e, após 31 de dezembro de 2018, os edifícios novos ocupados e detidos por autoridades públicas sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia."

O atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos por esta Diretiva é de suma importância para a emissão do Certificado Energético do Edifício nos seguintes casos:

1. Para obter licença de utilização em edifícios novos;
2. Numa reabilitação importante de edifícios existentes (custo > 25% do valor do edifício sem terreno);
3. Na da locação ou venda de edifícios de habitação e de serviços existentes (validade do certificado: máximo de dez anos);
4. Periodicamente (seis anos) para todos os edifícios públicos (de serviços) com mais de 1.000m².

3.2.1. Certificação e Regulamentos em Portugal

Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)¹⁹.

O Decreto-lei nº 78/2006 de 4 de Abril aprova o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) e transpõe parcialmente para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2002/91/CE, do Parlamento Europeu, de 16 de Dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios. O SCE é um dos três pilares sobre os quais assenta a nova legislação relativa à qualidade térmica dos edifícios em Portugal com o intuito de proporcionar economias significativas de energia para o país em geral e para os utilizadores dos edifícios, em particular. Em conjunto com os regulamentos técnicos aplicáveis aos edifícios de habitação (RCCTE, DL 80/2006) e aos edifícios de serviços (RSECE, DL 79/2006), o SCE define regras e métodos para verificação da aplicação efetiva destes regulamentos às novas edificações, bem como, numa fase posterior aos imóveis já construídos.

3.2.1.1. - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)

O Decreto-Lei 80/2006, de 4 de Abril, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) estabelece requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da envolvente, limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos. Este regulamento impõe limites aos consumos energéticos para climatização e produção de águas quentes, num claro incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacte em termos de energia primária. Esta legislação impõe a instalação de painéis solares térmicos e valoriza a utilização de outras fontes de energia renovável.

3.2.1.2. - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE).

O Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE) veio definir um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação, dotados de sistemas de climatização, os quais, para além dos aspectos relacionados com a envolvente e com a limitação dos consumos energéticos abrangem, também, a eficiência e manutenção dos sistemas de climatização dos edifícios, impondo a realização de auditorias energéticas periódicas aos edifícios de serviços. Neste regulamento, a qualidade interior surge também com requisitos relativamente aos caudais mínimos do ar interior por tipo de atividade e a concentrações máximas dos principais poluentes (edifícios existentes).

3.3. Ilhas de Calor

O termo "ilha de calor"²⁰, descreve áreas construídas que são mais quentes do que áreas rurais próximas. A temperatura média anual de uma cidade com um milhão de pessoas ou mais pode ser 1,8°F -5,4°F (1-3°C) mais quentes do que os seus arredores. À noite, a diferença pode ser tão alta quanto 22°F (12°C).

O Aumento do consumo de energia no verão, nas grandes cidades, entre 1.5% e 2.0% para cada 0,6° C de aumento de temperatura, é verificado especialmente durante o período da tarde, quando escritórios e residências utilizam os sistemas de ar condicionado, iluminação e equipamentos.

De acordo com o *National Weather Service*, subordinado ao NOAA²¹ (National Oceanic and Atmospheric Administration), em seu Resumo de estatísticas de perigos naturais – 2009 nos Estados Unidos (Summary of Natural Hazard Statistics for 2009 in the United States), foram registradas 217 mortes, devido ao calor.

Os efeitos da Ilha de Calor podem ser mitigados por meio do aumento de árvores e cobertura vegetal, e pela implantação de telhados verdes, telhados brancos, que contribuem para o aumento do índice da radiação solar refletida pela radiação solar recebida, efeito este conhecido como Albedo, e pavimentos permeáveis, que serão apresentados e detalhados no Capítulo 9.

CAPÍTULO 4 – ENERGIA INCORPORADA

4. ENERGIA INCORPORADA

A energia incorporada num material é aquela utilizada em todos os estágios de processamento e produção, ou seja, desde a extração do material bruto, energia para produção/fabricação, processamento, transporte ao local e a energia usada in loco para instalar o produto.

Quanto maior o numero de processos pelos quais o material ou o conjunto de componentes tiver de passar, maior será a energia incorporada e o numero de resíduos associados (Roaf et al, 2009)²².

Há situações na qual o fornecedor está muito mais distante que outros fornecedores, mas seu material tem menos energia incorporada que os demais, por ter menos estágios para finalizá-lo e, além disso, é mais barato e com maior durabilidade. Neste caso deve-se levar este fator em consideração.

“Dentro de limites razoáveis, deve-se buscar a seleção de materiais e componentes que estejam o mais perto possível de seus estados naturais. Assim uma janela de madeira macia de alto desempenho será preferível a uma de alumínio. Ou, como outro exemplo, cera ou tintas orgânicas ou à base d’água, particularmente se usarem pigmentos naturais, são preferíveis a tintas sintéticas extremamente processadas.” (Roaf et al, 2009)²³

Seguindo o pensamento dos autores, no texto acima, os produtos – alumínio e tintas sintéticas-, passarão por mais estágios até sua finalização.

4.1. Materiais Ecológicos

Hoje há no mercado produtos de baixa energia incorporada, os chamados materiais ecológicos. Abaixo apresento alguns exemplos.

4.1.1. O **Tijolo de Solo Cimento**²⁴ é um boa solução neste segmento por ter as vantagens de ser produzido no próprio canteiro de obras, reduzindo, dessa forma, os custos com o transporte, energia e emissão de CO₂, e por ser autotravado, o que requer apenas um filete de cola branca, assim, dispensa o uso de argamassa e, com isso, gera uma economia de até 50% no tempo de execução da obra. Devido à sua aparência lisa, dispensa o uso de reboco, reduzindo ainda mais o consumo de material. Outra vantagem são os furos, que facilitam a passagem dos dutos elétricos e do sistema hidráulico e, além disso, durante seu processo de fabricação não há queima de madeira ou óleo combustível, pois são compactados a frio.



Figura 01 – Perfil do tijolo de solo cimento

4.1.2. Outro produto que se enquadra neste perfil é a **Telha que utiliza aparas de tubo de pasta de dente e alumínio**²⁵, ambos recicláveis, como matérias primas. Assim como no material citado anteriormente, não ocorre queima durante seu processo de fabricação, pode ser reciclado inúmeras vezes, é leve e impermeável.



Figura 02 – Material em forma de placa

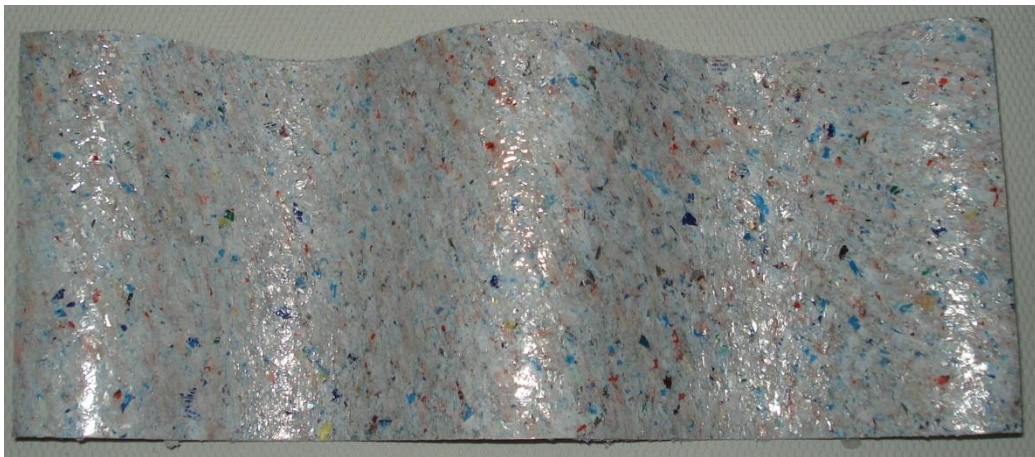


Figura 03 – Modelo de telha

4.1.3. Outro produto com o perfil de ecológico é o **Piso Intertravado de Plástico Reciclado**²⁶, que utiliza todos os tipos de plástico retirados da natureza, principalmente de rios, além de pneus descartados, para sua fabricação. São permeáveis, leves e podem ser reciclados inúmeras vezes.



Figura 04 – Piso Intertravado colocado



Figura 05 – Placa informativa que a obra foi realizada com material ecológico

CAPÍTULO 5 – RESIDÊNCIAS SUSTENTÁVEIS

5. RESIDÊNCIAS SUSTENTÁVEIS

O segmento das residências é apenas uma pequena vertente num segmento de dimensões gigantescas, que engloba as chamadas obras de arte, edifícios comerciais e residenciais, estradas, portos, aeroportos, etc.

Assim, a construção civil tem papel destacado na economia, em todos os níveis. Um exemplo atual é a crise econômica, que se iniciou nos EUA, que demonstrou bem a importância deste setor, que refletiu grandes prejuízos, causados pela menor demanda por imóveis novos, ocasionados pelo maior controle nos empréstimos concedidos para este fim. O mesmo ocorreu no setor de reformas de imóveis usados, causando graves reflexos na economia americana, com demissões em massa no setor, culminando com declínio significativo do PIB americano, com reflexos a nível mundial.

Como mencionado anteriormente, o setor da construção civil tem uma grande participação no PIB e, também, na geração de empregos, mas, por outro lado, é responsável por grande impacto ambiental causado pelo processo da produção dos materiais, antes de sua efetiva utilização na edificação.

Os processos de montagem, utilização e desmontagem dos canteiros de obras sem qualquer preocupação ambiental, independentemente da sua complexidade, dimensão e característica, bem como transporte do material entre a empresa fornecedora e o local da obra são outros fatores que contribuem de forma significativa para a emissão de gases de efeito estufa (CO₂).

De acordo com o relatório da *UNEP SBCI*²⁷ (*Sustainable Buildings & Climate Initiative*), intitulado "*Buildings and Climate Change*", 80% da emissão de Gases efeito estufa ocorre durante a fase de sua utilização, quando a energia é usada para o aquecimento, ventilação, arrefecimento, eletrodomésticos e outras aplicações.

O setor da construção civil é responsável pela emissão de 30% dos gases de efeito estufa e 40% da energia consumida, a nível global, segundo o mesmo relatório.

Não são nada animadoras as projeções divulgadas pela *NASA*²⁸, referente ao aquecimento global, onde aponta que a temperatura média deve aumentar entre 1.4°C a 5.8°C, caso não haja redução nos índices de emissão dos GEE. Este aumento poderá trazer mudanças significativas ao desempenho energético e conforto térmico das construções.

Como forma de minimizar os efeitos danosos ao meio ambiente, as residências sustentáveis, surgem como alternativa para aqueles que se preocupam em preservar o meio em que vivem. Este modelo de construção tem por finalidade otimizar os sistemas de aquecimento e arrefecimento, através da energia solar passiva e energias limpas (eólica, solar, geotérmica) e, desta forma contribuir para a diminuição do consumo de energia. Além disso, a utilização de materiais com processos de produção sustentáveis – materiais de baixa energia incorporada -, e com maior ciclo de vida, evita reformas constantes. Outro ponto relevante neste tipo de projeto é a interação com seu entorno, ou seja, o uso adequado do relevo, clima, humidade do ar e vento, os quais são enquadrados no conceito da Arquitetura Bioclimática.

No quesito água, a utilização de sistemas de reutilização de água e, nos locais onde não haja saneamento básico e/ou áreas rurais, a instalação de fossas sépticas biodigestoras e banheiros secos, além de não contaminarem o solo e o lençol freático, contribuem com a diminuição de casos de doenças, tais como diarreia, causadas pela ingestão de água contaminada, a qual vitima anualmente milhões de pessoas.

A natureza é sábia e é importante que a respeitemos e saibamos tirar dela o que precisamos de forma racional e sustentável. Neste contexto, a construção civil vem procurando desempenhar seu papel, por meio de pesquisas e investimentos em materiais e sistemas de geração de energia sustentáveis, priorizando a energia despendida para produzi-los e um maior ciclo de vida.

As residências sustentáveis possuem outras nomenclaturas, tais como, arquitetura bioclimática, *retrofit*, arquitetura vernacular, *green buildings*, entre outras. Independentemente da nomenclatura, todas têm como propósito contribuir com o meio ambiente, sendo que cada uma possui uma atuação diferenciada.

5.1. Arquitetura Bioclimática

Para se ter uma ideia do surgimento deste conceito, o arquiteto Marcos Vitrúvio Polião²⁹ já a aplicava, isto no século I A.C. Arquitetura Bioclimática busca interagir com o local de implantação, utilizando conceitos, tais como, topografia, clima e vegetação, tirando partido da energia solar passiva, com o objetivo de obter o melhor resultado energético, por meio da instalação de painéis solares, orientados para a melhor posição possível, para fornecimento de energia limpa, bem como o sistema de captação de água de chuva, através de cisternas e sua reutilização de materiais para sua construção, reutilizados e sustentáveis (madeiras certificadas, tintas a base de água, etc.).

5.2. Retrofit³⁰

Surgido na Europa e nos Estados Unidos, o Retrofit tem o objetivo de revitalizar antigos edifícios, aumentando sua vida útil, por meio da incorporação de tecnologias modernas e utilização de materiais avançados. Nesses países, a rígida legislação não permitiu que o rico acervo arquitetônico fosse substituído. Isso abriu espaço para o surgimento do Retrofit, que preserva o patrimônio histórico, ao mesmo tempo em que permite a utilização adequada do imóvel.

O Retrofit difere substancialmente do simples restauro, que consiste na restituição do imóvel à sua condição original, ou da reforma, que visa à introdução de melhorias, sem compromisso com as suas características anteriores. Por outro lado, além de ter custos mais atraentes em relação à construção, na maioria dos casos, o Retrofit também apresenta vantagens em relação à reforma ou restauração, pois combina características destes dois, trazendo avanços tecnológicos sem desfigurar os projetos arquitetônicos originais.

5.3. Arquitetura Vernacular³¹

Tipo de arquitetura em que se empregam materiais e recursos do próprio ambiente em que a edificação é construída. Desse modo, ela apresenta caráter local ou regional.

A cidade brasileira de Ouro Preto é um exemplo desse tipo de arquitetura, uma vez que foi erguida aproveitando as pedras da sua região. Noutros locais ou regiões, ao longo da história, foram empregadas, também, por exemplo, a madeira, as taipas de mão e de pilão. Na Alemanha, na cidade de Weilburg, está situado o edifício³² mais alto da Europa construído de terra crua (taipa-de-pilão), com 7 andares, o edifício já resistiu a um incêndio e tem quase 200 anos.

5.4.Green Buildings³³

Edifícios que utilizam alta tecnologia para reduzir os impactos negativos causados pela construção no meio-ambiente promovendo benefícios sociais, econômicos, ambientais e para a saúde humana, durante todo o processo de concepção, execução e operação.

Os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade são integrais ao *Green Building*. Um edifício verde deve prever:

- 1) Redução dos custos de operação pelo aumento da produtividade e pelo menor uso de água e energia;
- 2) Melhoria da saúde pública com a garantia de uma melhor qualidade do ar em seu interior;
- 3) Redução dos impactos ambientais durante seu ciclo de vida.

Como forma de avaliar e caracterizar a construção como sustentável, foram desenvolvidos sistemas de avaliação, tais como: *BREEAM (Building Research Establishment and Environmental Assessment Method)* - Reino Unido; *CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)* - Japão e *LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)* - Estados Unidos, que são referências reconhecidas internacionalmente para o projeto, a construção e a operação de prédios sustentáveis de alto desempenho energético.

“Os sistemas de certificação definem diretrizes e níveis de eficiência para as edificações sustentáveis. Eles podem tratar de considerações de terreno e de estratégias de crescimento inteligente (ou expansão urbana inteligente), com o planejamento urbano voltado para os pedestres e o uso de materiais que não contenham toxinas que prejudiquem o meio ambiente e a saúde humana, dando preferência a materiais com certificação.” (Keeler & Burke, 2010)³⁴.

Como exemplos de construções legitimadas como sustentáveis por estes sistemas, destacam-se a Divisão de Ciências Laboratoriais dos CDC, localizada em Atlanta, apresentada no Anexo IV (*LEED*), *Hines' Ducat Place III*, em Moscou (*BREEAM*), *River Hirano Gardens* (*CASBEE*).

Independentemente do modelo escolhido, um fator muito importante, e que deve ser levado sempre em conta, mas não ocorre, é a total sintonia entre os profissionais envolvidos em todas as fases do projeto, principalmente na sua fase inicial, na qual é imprescindível o uso de simulação, pois orienta e informa o profissional, qual é a melhor solução construtiva, específica para o local onde ela será implantada.

É importante salientar que o profissional deve estar atento no momento de transpor os dados do local de implantação da edificação, para o programa de simulação. Caso estes cuidados não sejam tomados, o resultado pode ser uma residência excelente, plasticamente falando, mas péssima nos conceitos de conforto térmico e desempenho energético, traduzindo-se em desconforto para os seus ocupantes e gastos excessivos de energia.

Como em tudo o que se faz, é preciso empenho para alcançar os melhores resultados, aplicando conhecimentos e criatividade, e exprimir tudo aquilo que foi projetado no papel, associado à sustentabilidade.

“Na realidade, como em todas as coisas, também na arquitetura, de uma forma especial, se verificam estas duas realidades: o que é significado e o que significa. O que é significado é a coisa proposta, da qual se fala: o que significa é a evidência baseada na lógica dos conceitos. E, assim, parece que aquele que pretende ser arquiteto deverá se exercitar em uma e noutra parte. Convém que ele seja engenhoso e hábil para a disciplina; de fato, nem o engenho sem a disciplina nem esta sem aquele podem criar um artista perfeito.” (Maciel, 2007)³⁵.

CAPÍTULO 6 – O USO DA ÁGUA

6. O USO DA ÁGUA

De acordo com relatório da *UNEP*³⁶, 1,8 bilhões de pessoas estarão totalmente desprovidas de água, até 2025, e 2/3 da população mundial poderá estar sujeita a falta de água, causada pelo impacto do crescimento populacional, migração da área rural para a urbana, aumento da riqueza e consumo de recursos.

Ao contrário do que se pensa, a água potável não é um recurso infinito.

Segundo o mesmo relatório, somente 2,5% da água no planeta é doce e somente 0,007% é encontrada em rios, lagos e na atmosfera, de fácil acesso para o consumo humano e, para piorar, é previsto um aumento no uso de água em 50%, nos países em desenvolvimento e 18% nos países desenvolvidos, até 2025.

Segundo relatório da ONU³⁷ – Organização das Nações Unidas-, intitulado "Água Doente", a água poluída mata mais do que a violência no mundo. A população mundial está poluindo os rios e oceanos com o despejo de milhões de toneladas de resíduos sólidos por dia, envenenando a vida marinha e espalhando doenças que matam milhões de crianças todo ano.

O mesmo relatório aponta que o resíduo é composto principalmente de esgoto, poluição industrial e pesticidas agrícolas e resíduos animais. No relatório consta que dois milhões de toneladas de resíduos, que contaminam cerca de dois bilhões de toneladas de água diariamente, causaram gigantescas "zonas mortas", sufocando recifes de corais e peixes.

Segundo o relatório, a falta de água potável mata 1,8 milhão de crianças com menos de cinco anos de idade anualmente. Grande parte do despejo de resíduos acontece nos países em desenvolvimento, que lançam 90% da água de esgoto sem tratamento.

A diarreia, principalmente causada pela água suja, mata cerca de 2,2 milhões de pessoas ao ano, segundo o relatório, e mais de metade dos leitos de hospital no mundo é ocupada por pessoas com doenças ligadas à água contaminada.

O relatório recomenda sistemas de reciclagem de água e projetos multimilionários para o tratamento de esgoto. Também sugere a proteção de áreas de terras húmidas, que agem como processadores naturais do esgoto, e o uso de dejetos animais como fertilizantes.

O relatório mostra a triste realidade de como a água está sendo utilizada e suas graves consequências para a saúde, causadas pela ingestão de água contaminada, acarretando, infelizmente, a morte de milhares de pessoas.

6.1. Fossa Séptica Biodigestora³⁸

Como forma de minimizar este quadro desanimador e assustador, a EMBRAPA – Instrumentação Agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, do Brasil, apresentou, após longo período de pesquisas, a Fossa Séptica Biodigestora que foi desenvolvida para ser implantada em áreas rurais que não dispõem de saneamento básico e utilizam as chamadas “fossas negras”, amplamente utilizadas nestas áreas.

As fossas negras são buracos rudimentares feitos no solo, sem qualquer tratamento de vedação, tapados de forma bem rústica, normalmente com pedaços de madeira ou compensado, diretamente conectados ao vaso sanitário, que recebe o esgoto domiciliar, contaminando o solo e o lençol freático, ocasionando graves doenças pela ingestão de água contaminada.

Em resumo, a Fossa Séptica Biodigestora tem como funções principais a substituição das fossas negras, e com baixo custo para o produtor e a utilização dos efluentes em adubo orgânico.

A montagem do sistema é bem simples (figura 6a) e só necessita que, a cada 30 dias, seja introduzida 10 kg. de esterco bovino diluído em 10 litros de água, para agilizar o processo.

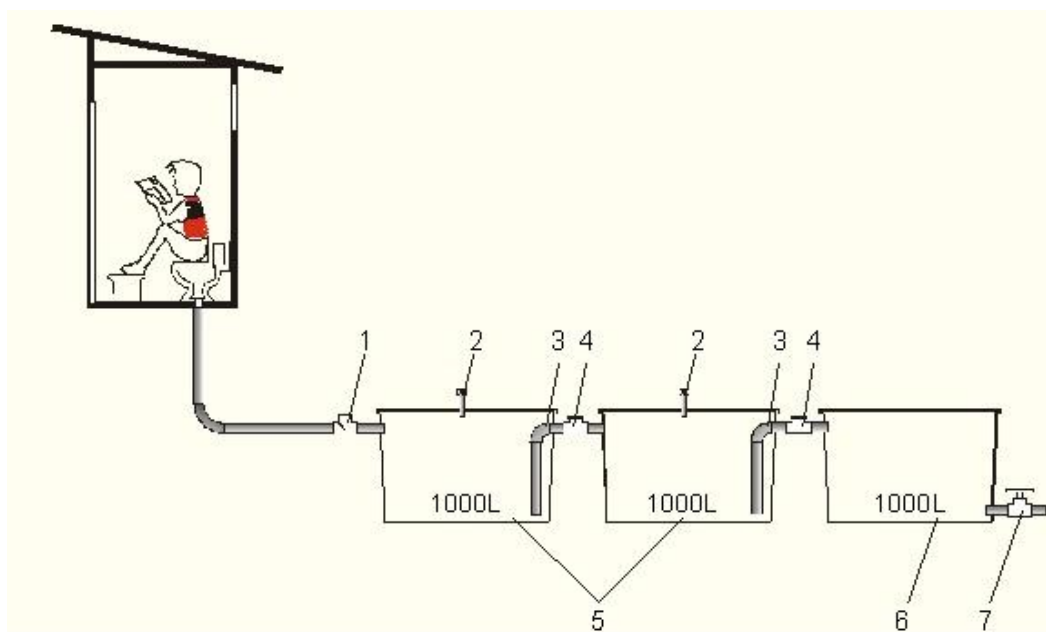


Figura 6a – Ilustração do sistema (dimensionado para 05 pessoas)

- 1 - válvula de retenção, onde é introduzida a mistura de esterco e água;
- 2 - chaminés de alívio;
- 3 - conexões de PVC de 4", com curva de conexão de 90° longa;

- 4 – T de inspeção, para o caso de entupimento do sistema;
- 5 – 02 caixas de 1000 Litros cada, conectadas diretamente ao vaso sanitário;
- 6 – caixa para coleta do efluente;
- 7 – registro de esfera de 50 mm, para coleta do efluente.

Caso não se deseje aproveitar o efluente como adubo e utilizá-lo somente para irrigação, pode-se montar na terceira caixa um filtro de areia, que permitirá a saída de água sem excesso de matéria orgânica dissolvida (figura 6b).

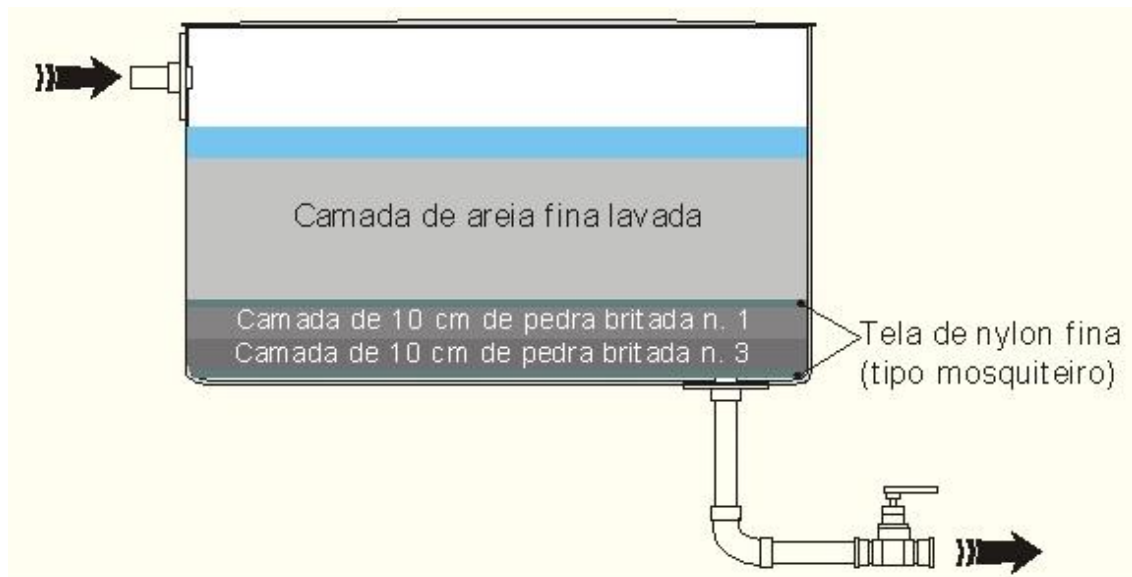


Figura 6b – Caixa para irrigação



Figura 6c – Sistema de caixas interligadas por tubos de PVC



Figura 6d – Demonstração do sistema implantado

6.2. Banheiro Seco³⁹

Uma outra alternativa, sustentável, e que tem como finalidade a não contaminação do solo e lençol freático e mananciais, além de outras vantagens, chama-se Banheiro Seco.

Várias são as vantagens dessa tecnologia alternativa que vem livrando as pessoas da famosa fecofobia. Uma delas é não misturar fezes com água potável, outra é a produção de húmus, o que antes era esgoto, depois se torna uma mina de nutrientes. Sem contar que não favorece o aparecimento de agentes causadores de doenças, não requer instalações hidráulicas, é de fácil manuseio, de custo operacional baixo, e poupa o meio ambiente e seus recursos.

São três as características que descrevem o Banheiro Seco como princípio básico da permacultura:

1. Seco: porque não utiliza ou desperdiça água;
2. Compostável: onde através de um processo bioquímico, transforma os dejetos em composto orgânico fértil e livre de agentes patogênicos;
3. Ecológico por se aproveitar dos ciclos biológicos naturais.

E são três as partes que compõem o sanitário (figuras 7a e 7b): a cabine de uso; duas câmaras de compostagem, de onde o dejetos vai direto para o minhocário, onde é produzido o húmus e o sistema mecânico de adição de material orgânico seco rico em carbono, como serragem, aparas de grama e cascas de arroz.

Após o uso, ao invés da descarga, é adicionado o material orgânico seco mencionado, para facilitar a compostagem, ajudando a reter o odor fétido. Além de não se ter contato visual com o dejetos, as câmaras de compostagem ficam abaixo do vaso sanitário, promovendo o aquecimento solar e a ventilação do material, por um duto ou chaminé tornando o sanitário inodoro.

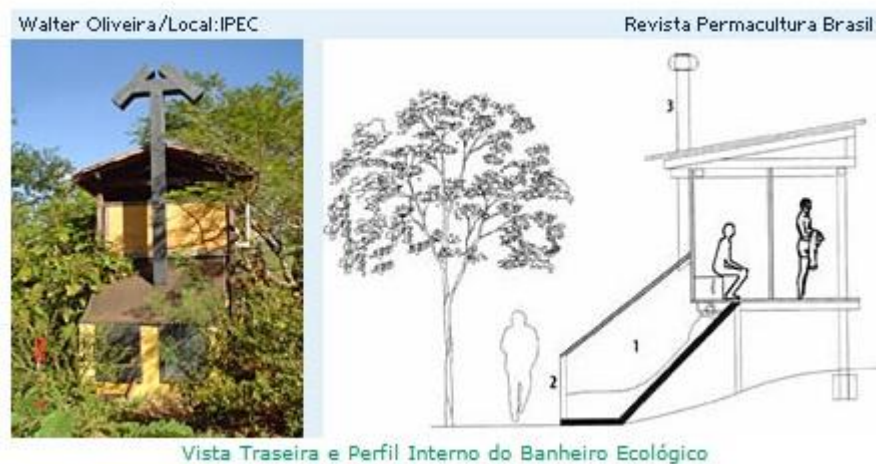


Figura 7a – Banheiro seco – foto e corte lateral

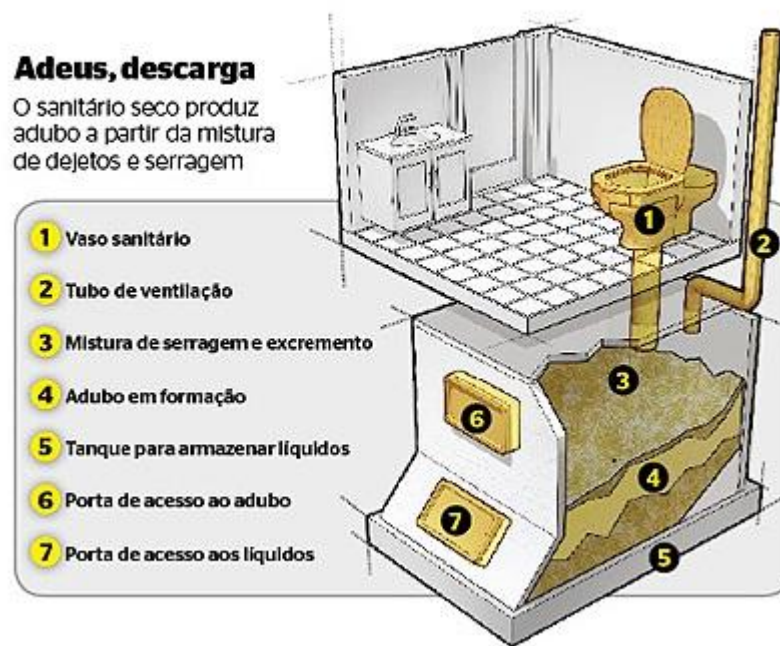


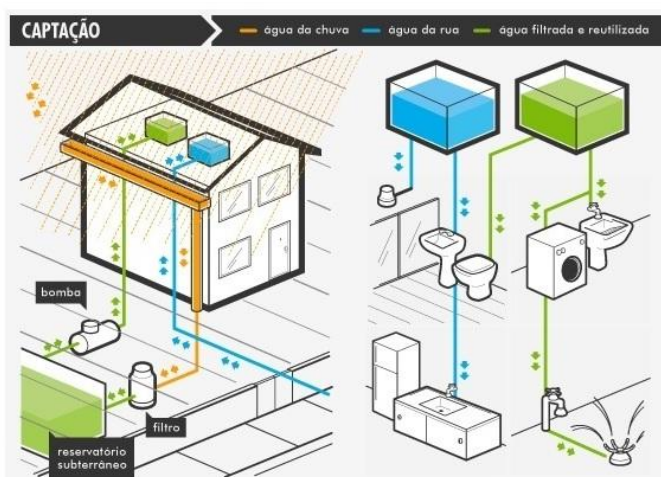
Figura 7b – Banheiro seco – corte em perspectiva

Segundo a Sabesp⁴⁰ – Saneamento Básico do Estado de São Paulo-, ações efetivas devem ser tomadas como forma de se evitar as perdas/desperdícios no sistema de fornecimento de água, devido aos vazamentos na rede, que em alguns casos podem chegar a 26%, causados pela falta de manutenção, materiais utilizados de baixa qualidade que necessitam de trocas e reparos frequentemente, falta de manutenção preventiva, traduzindo em custos adicionais por parte da empresa fornecedora, normalmente transferindo-o ao consumidor final.

Os consumidores também têm grande parcela de culpa, com ações pouco sustentáveis, tais como, tomar banhos muito demorados, deixar torneiras abertas desnecessariamente na lavagem de louças, calçadas e automóveis, bem como na rega dos jardins.

6.3. Reaproveitamento e Reutilização de Água⁴¹

É muito fácil e simples reverter este quadro. Basta adotar atitudes sustentáveis, tais como, diminuir o tempo de banho, fechar as torneiras enquanto ensaboa louças e implantar sistemas de reutilização de água, seja através de captação das chamadas águas cinzas, armazenando-a em



reservatórios específicos e/ou através de captação de água de chuva pelas calhas do telhado, para posterior utilização na rega de jardins, lavagem de calçadas e automóveis, conforme implantado na Casa Modelo Sustentável (Anexo III).

Figura 8 – Sistema de reaproveitamento de água de chuva

O sistema é simples, a água da chuva é captada pelas calhas, filtrada e conduzida para uma caixa aterrada e reenviada, por meio de uma bomba de recalque, para uma caixa específica, e enviada aos pontos determinados.

As águas cinzas são provenientes de chuveiros, lavatório, tanques, máquinas de lavar roupas e banheiras. As águas provenientes de vasos sanitários, pias de cozinha e lava-louças, denominadas águas negras, são inadequadas à reutilização, sem o devido tratamento.

Deve-se evitar, de qualquer forma, a mistura entre os sistemas de água pública e a de reutilização, para não contaminar o sistema de água da residência.

O sistema de reutilização de água é fundamental no quesito economia de água, pelo fato de substituir o sistema de água pública em rega de jardins, lavagem de calçadas, contribuindo de uma forma simples e efetiva na sua gestão sustentável. Há a necessidade premente de se efetuar vistorias regulares e efetuar análises da água, nos primeiros meses, até que haja o equilíbrio dos padrões de qualidade.

O sistema de reutilização deve ser bem dimensionado, levando-se em conta a média diária máxima por habitante, evitando-se, dessa forma, gastos futuros com ampliações e pode ser feito de modo direto ou indireto, planeados ou não:

6.3.1. Reutilização indireta não planeada da água

Ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Caminhando até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração).

6.3.2. Reutilização indireta planeada da água

Ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planeada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. A reutilização indireta planeada da água pressupõe que exista também um controle sobre as eventuais novas descargas de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado estará sujeito apenas a misturas com outros efluentes que também atendam ao requisito de qualidade da reutilização objetivada.

6.3.3. Reutilização direta planeada da água

Ocorre quando os efluentes, após tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local da reutilização, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência, destinando-se a uso em indústria ou irrigação.

6.3.4. Materiais que economizam água e consumo consciente

Há muitas maneiras de se economizar água e os equipamentos economizadores tem participação importante neste quesito como, por exemplo, utilização de torneiras com arejadores, que podem reduzir o consumo de água em até 75%, e vasos sanitários com caixas acopladas, com acionamento duplo.

A tabela⁴² apresentada abaixo, pela Sabesp – Saneamento Básico do Estado de São Paulo, demonstra esta economia.

Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	32%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	62%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 12 litros/min	0,20 litros/seg	41%
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	57%
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	76%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Regulador de vazão	0,13 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	76%
Torneira de jardim - 40 a 50 mca	0,66 litros/seg	Regulador de vazão	0,33 litros/seg	50%
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/seg	50%

- Torneira de Pia - abertura 1 volta

- Ducha - abertura total

- O regulador de vazão permite o usuário regular de acordo com sua necessidade

Fonte: Relatório Mensal 3 Projeto de Pesquisa Escola Politécnica / USPxSABESP - Junho/96 e informações técnicas da ASFAMAS.

É importante salientar que, associado à sua utilização, o papel do consumidor é imprescindível para que se alcance o resultado de forma sustentável.

De acordo com pesquisa realizada, em 2012, pelo Instituto Akatu⁴³, intitulado “O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável”, o desperdício de água é um dos principais problemas apontados.

Já com relação ao quesito “Da forma como utilizamos a água, dentro de pouco tempo não teremos água para beber”, apresentou a maior variação: em 1997, 55% dos brasileiros concordavam com esta afirmação e, em 2012, este percentual passou para 82%.

Como demonstrado, a utilização de equipamentos economizadores são muito importantes, mas deve vir associado à mudança de comportamento e hábitos sustentáveis dos moradores, como forma de preservar a água para as futuras gerações.

CAPÍTULO 7 – CONSTRUÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES

7. CONSTRUÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES

É claro que a plasticidade e a aparência de uma residência tem o seu lado positivo, pois significa o sonho do cliente que se torna realidade, trazendo-lhe satisfação pessoal, mas ele pode perfeitamente associá-lo com conceitos e técnicas sustentáveis que, apesar de terem custos mais elevados, certamente contribuirão para o meio ambiente e serão recompensados com a economia nas contas de consumo, mantendo o nível elevado de conforto térmico e bem-estar de seus ocupantes.

Ao profissional cabe a tarefa de orientar e demonstrar ao cliente que é perfeitamente possível atender suas expectativas, associando beleza, praticidade e sustentabilidade ao projeto. Há várias aplicações para se atingir um consumo energético eficiente. Citaremos algumas nos próximos tópicos.

7.1 Sistemas Solares Passivos

Não se pode deixar de acrescentar que o isolamento adequado deve vir acompanhado de sistemas solares passivos, que utiliza o sol como aliado, para suprir e atender as necessidades energéticas da construção, na busca do bem-estar, conforto e economia dos seus ocupantes. Os sistemas solares passivos mais utilizados são os de ganho direto, indireto e isolado.

7.1.1. Ganho Direto

A radiação solar penetra, por meio das janelas, e é absorvida pelos materiais pesados da edificação, que coleta e armazena gradualmente a energia absorvida durante o dia e a libera gradualmente à noite, quando não há ganhos solares.

7.1.2. Ganho Indireto

Coletam e armazenam a energia do sol, diretamente relacionada ao conforto do espaço interno. No inverno, a energia é coletada e armazenada para ser liberada ao longo do dia, permitindo um maior controle da temperatura interna e da distribuição do calor. No verão, ocorre o inverso, para evitar o superaquecimento.

7.1.2.1. Paredes Trombe

A Parede Trombe é um exemplo do sistema mencionado anteriormente, a qual absorve a radiação solar na face exterior da parede, com material de alta inércia térmica, transmitindo o calor para o interior dos espaços, por condução, obtido através do efeito estufa, caracterizados pela colocação



de um vidro e uma caixa de ar antecedentes à parede, acumulando calor neste espaço e sendo transmitido, por condução e, também, por convecção, por meio de aberturas no topo e base da parede, potencializando a termociculação.

Figura 9 - Exemplo de parede trombe

Segundo o Professor Nick Baker⁴⁴, a transferência de calor por uma Parede Trombe é de cerca de 18 minutos por cada 10 mm de espessura. Numa parede de 200 mm de betão, a parede retarda em 6 horas ($1820=360\text{min}=6\text{h}$) a irradiação do calor armazenado. Com o início da absorção da radiação solar no inverno por volta das 12h (11h solares), a parede começará a irradiar calor para o espaço interior por volta as 18h (fim de tarde, início de noite).

7.1.2.2. Parede de água: Variação da parede com massa térmica na qual a água substitui a parede maciça. É uma situação muito interessante quando se necessita de uma parede com baixa massa. Grandes recipientes cheios de água substituem a parede de alvenaria e são usados tubos altos de fibra de vidro. A água tem maior capacidade calorífica do que o tijolo ou cimento, assim, para um mesmo volume, uma “parede de água” funciona de uma forma mais eficiente do que uma parede de alvenaria (Roaf et al, 2009)⁴⁵.



Figura 10 – Exemplo de parede de água

Além dos exemplos acima mencionados, há outros aspectos a serem observados, tais como:

1. Procurar integrar a construção ao local (topografia), evitando sombreamentos das áreas na captação no inverno e promovê-la no verão;
2. O afastamento, das construções vizinhas, levando em conta a altura solar, das construções vizinhas e inclinação do terreno;
3. Criar barreiras naturais, em zonas de muito vento, tirando partido da topografia, vegetação (para sombrear, diminuir perdas e proteger do vento e ruído) e densidade ou altura das construções vizinhas;
4. Ter especial atenção ao modo de implantação e tipologia da construção, pois estes condicionam os ganhos solares e perdas através das envolventes.

Neste processo deve-se levar em consideração algumas estratégias, com o intuito de propiciar o bem-estar a seus ocupantes, como por exemplo: no inverno deve proteger do frio e tirar partido da radiação solar disponível e, no verão, o inverso, ou seja, proteger da radiação solar intensa e fazer uso de técnicas de arrefecimento natural.

A radiação solar, de baixo comprimento de onda, é uma outra estratégia que pode ser usada, pois incide no envidraçado e é transmitida para o interior do edifício e armazenada na envolvente, sendo depois reemitida, sob forma de radiação de grande comprimento de onda. Para que o efeito seja atingido o envidraçado deve ser opaco.

7.1.3. Estratégias de Aquecimento

O processo do uso da radiação solar compreende 4 estratégias de aquecimento:

1. Captar: através de grandes envidraçados, grande número de clarabóias e grandes superfícies viradas a norte (hemisfério sul).
2. Armazenar: Objetivo é reter o calor, quando este está disponível, e usá-lo mais tarde, quando necessário. Bons armazenadores: água, betão, barro e pedra. Maus armazenadores: isolantes e madeira.
3. Distribuir: mais tarde, quando necessário (a noite ou em dias sem sol). Quanto maior a inércia, maior será o atraso. Uma parede com grande inércia térmica permite que o calor acumulado durante o dia seja liberado a noite, levando a uma redução significativa das amplitudes térmicas no interior do edifício.
4. Conservar: evitar as perdas isolando a envolvente e controlando as perdas por infiltração. A construção perde calor por transmissão térmica através da envolvente, ventilação e infiltração de ar.

7.1.4. Estratégias de arrefecimento⁴⁶

As necessidades de arrefecimento de um edifício, durante o verão, podem ser reduzidas adotando estratégias "bioclimáticas", as quais podem ser aplicadas na fase de concepção do edifício:

1. Proteções solares nas janelas, paredes e cobertura, utilizando barreiras artificiais ou naturais;
2. Uma forte inércia térmica conjuntamente com uma sobre ventilação noturna;
3. Uma ventilação adequada;

Já para redução da temperatura exterior, a estratégia usada é aplicá-la em seu entorno:

1. Aumento da humidade relativa do ar com lagos, fontes e vegetação;
2. Utilização de plantas para sombreamento;
3. Redução do coeficiente de reflexão solar do meio-ambiente, por exemplo, através da criação de espaços verdes;
4. Escolha de cores claras para as paredes exteriores.

No verão, a radiação solar atravessa as superfícies transparentes do edifício (portas e janelas) causando um ganho de energia imediato.

Diferentes dispositivos de sombreamento permitem reduzir esse impacto:

1. Estrutura de sombreamento vertical para as orientações Este e Oeste ou horizontal para a orientação Sul, no caso da Europa. Já para o Brasil a orientação é Norte;
2. Estores exteriores fixos ou ajustáveis;
3. Toldos exteriores ou cortinas internas;
4. Vidros especiais.

As estruturas de sombreamento externo são as mais eficazes, pois impedem a radiação solar de atingir as superfícies envidraçadas.

7.1.4.1. Sistemas de arrefecimento passivo



Figura 11 – Edifício Solar XXI

O Edifício solar XXI, pertence ao LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia - e está localizado em Lisboa. O edifício associa uma estratégia de otimização da envolvente à utilização de sistemas solares, ativos e passivos, onde se destaca a integração de sistemas fotovoltaicos nas fachadas com aproveitamento térmico e um sistema de arrefecimento passivo pelo solo.

7. 1.4.2. Exemplos de arrefecimento passivo

- a. Controle de ganhos externos: através de isolamento e redução das infiltrações de ar quente do exterior.
- b. Controle de ganhos internos: adoção de equipamentos e lâmpadas energético-eficientes e estratégias de iluminação e ventilação natural (colocação de aberturas adequadas).

Neste sistema a ventilação pode ser mecânica (grelhas auto-controladas) ou natural (ventilação cruzada, efeito chaminé).

Ventilação cruzada: quando, no dormitório bem orientado, há uma janela em um dos lados e do lado oposto há outra janela ou porta, enfim, outra abertura, facilitando a circulação dos ventos no seu interior, contribuindo para a economia de energia e conforto aos seus ocupantes.

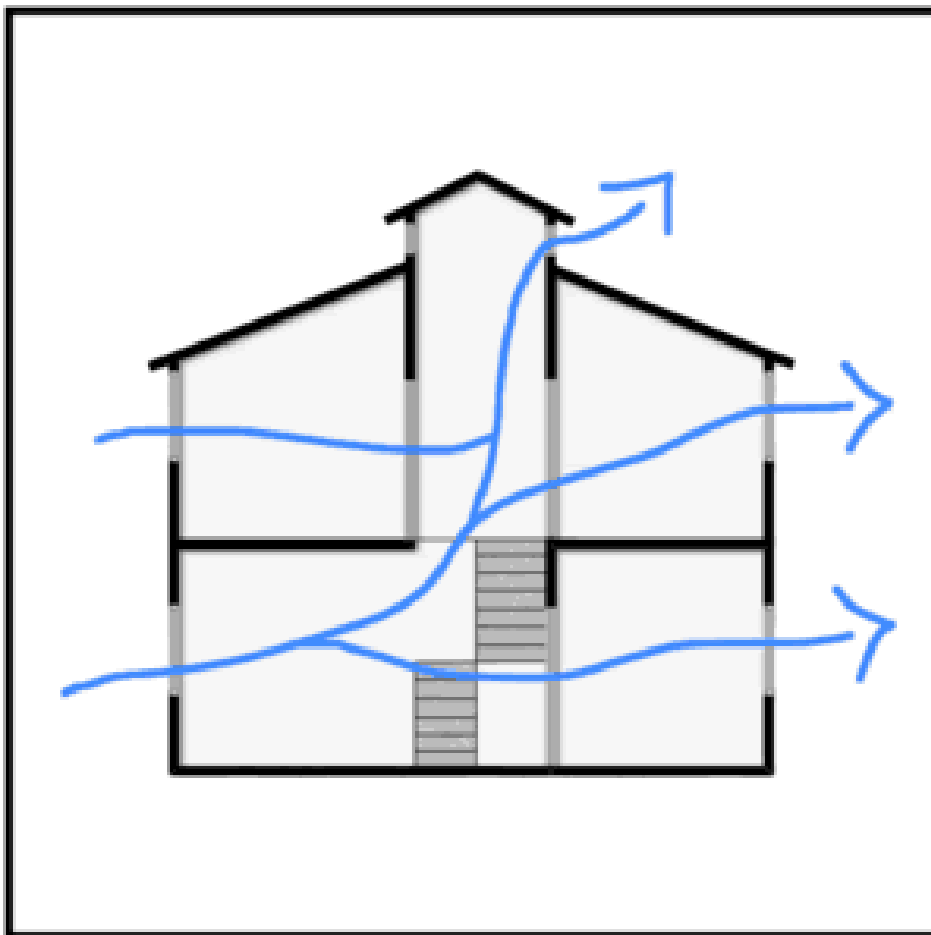


Figura 12 – Esquema de ventilação cruzada

Efeito chaminé: ocorre por convecção, ou seja, o ar aquecido é mais leve (menos denso) que o ar frio (mais denso), ocasionando a sua subida e saída pela abertura localizada em um ponto mais alto que o da entrada. Esta movimentação do ar fresco externo para dentro do local, através da abertura inferior das fachadas e a movimentação do ar quente interno saindo para fora, através do telhado, torna as residências termicamente confortáveis.

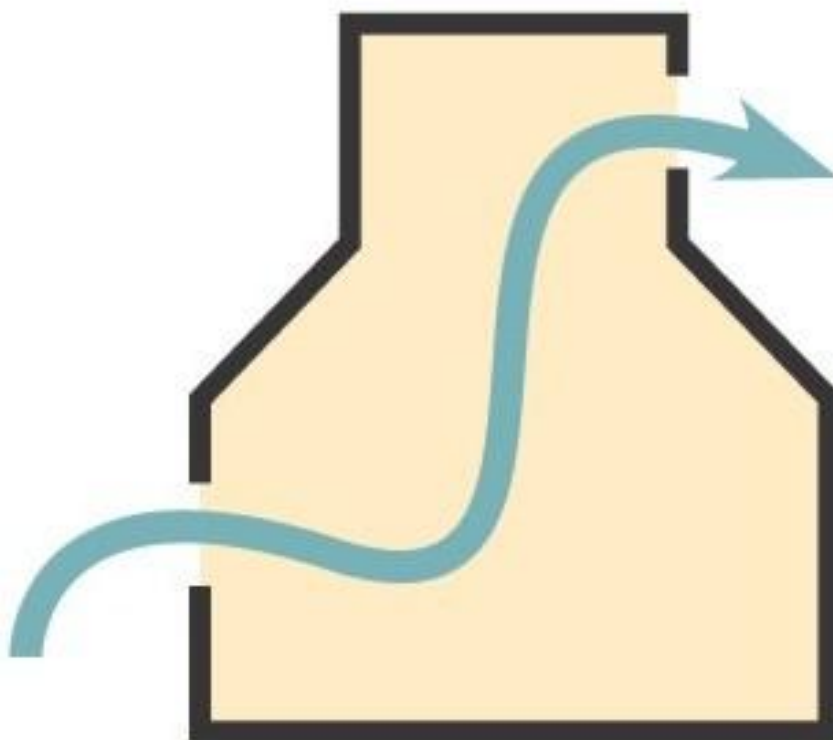


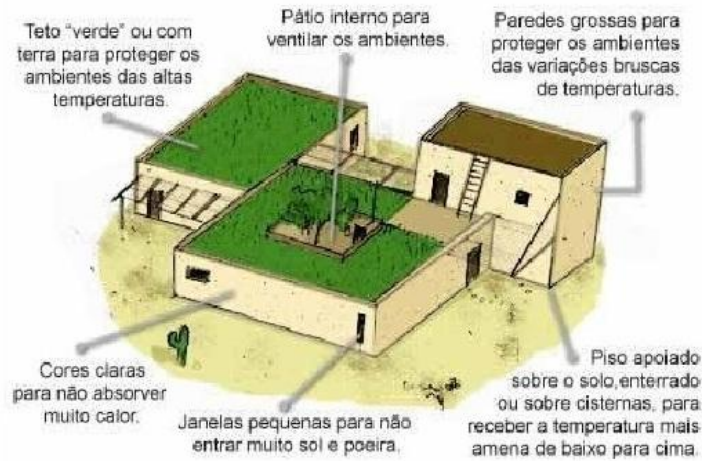
Figura 13 – Esquema de efeito chaminé

7.2. A Arquitetura e o Clima

Cada clima exige conceitos diferentes quanto a isolamento, vegetação e iluminação e ventilação naturais, com o propósito de proporcionar bem-estar e saúde a seus ocupantes. Devemos sempre ter em mente, no momento de iniciar um projeto, que os ocupantes passam horas em seus interiores, e esta fase é o embrião de um trabalho que deve ser muito bem elaborado, para que este objetivo seja alcançado.

Clima tropical seco

Para o clima tropical seco, com dias quentes e noites frias, o ideal é que as construções fiquem próximas umas das outras, ampliando as sombras e diminuindo as paredes expostas ao sol.



© 2007 HowStuffWorks
Arquiteto Fernando Neves Bussolati - CREA: 5062438921

Figura 14 – Clima Tropical Seco

Como se pode perceber, as soluções apresentadas diferem sobremaneira e mostram a importância das informações a respeito das características climáticas do local de sua implantação.

Clima temperado

O frio é mais intenso nas regiões de clima temperado, por isso, é importante usar materiais que isolem o interior do frio externo e guardem o calor dos ambientes. A casa deve ser exposta ao sol.



© 2007 HowStuffWorks
Arquiteto Fernando Neves Bussolati - CREA: 5062438921

Figura 15 – Clima Temperado

Clima tropical úmido

Com o clima tropical úmido, com chuvas e altas temperaturas, os tetos devem ser altos e bem inclinados. A pequena diferença entre o dia e a noite faz com o ideal seja uma construção distante da outra para que haja ventilação entre as casas.



© 2007 HowStuffWorks
Arquiteto Fernando Neves Bussolati - CREA: 5062438921

Figura 16 – Clima húmido

7.3. Energias Renováveis⁴⁷

Quando o tema é eficiência energética, que tem como objetivo o uso racional de energia, por meio de estratégias de aquecimento e arrefecimento passivos, não se pode deixar de mencionar, também, a importância do uso das energias renováveis nos sistemas de geração de energia limpa nas construções, como forma de mitigar os efeitos nocivos causados ao meio ambiente pela adoção de combustíveis fósseis para geração de energia.

As energias renováveis, como o próprio nome diz, são energias sustentáveis e infinitas e, além disso, são limpas, ou seja, não causam danos ao meio ambiente com relação à emissão de gases de efeito estufa.

As energias renováveis são consideradas como energias alternativas ao modelo energético tradicional, tanto pela sua disponibilidade (presente e futura) garantida (diferente dos combustíveis fósseis que precisam de milhares de anos para a sua formação) como pelo seu menor impacto ambiental.

Exemplos de Fontes

1. O Sol: energia solar;
2. O vento: energia eólica;
3. Os rios e correntes de água doce: energia hidráulica;
4. Os mares e oceanos: energia maremotriz;
5. As ondas: energia das ondas;
6. A matéria orgânica: biomassa, biocombustível;
7. O calor da Terra: energia geotérmica.

Estas fontes encontram-se já em difusão em todo o mundo e a sua importância tem vindo a aumentar ao longo dos anos representando uma parte considerável da produção de energia mundial.

7.4. Fontes de energia

As fontes de energia podem ser divididas em dois grupos principais: permanentes (renováveis), que são inesgotáveis ou que podem ser repostas a curto ou médio prazo, e temporários (não-renováveis), as quais têm tecnologia difundida, mas possuem um elevado impacto ambiental e são finitas, representadas pelos combustíveis fósseis, tais como, petróleo e carvão.

Vantagens e desvantagens das energias renováveis

VANTAGENS

- a) Podem ser consideradas inesgotáveis à escala humana comparando aos combustíveis fósseis;
- b) O seu impacto ambiental é menor do que o provocado pelas fontes de energia com origem nos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), uma vez que não produzem dióxido de carbono ou outros gases com “efeito de estufa”;
- c) Permitem reduzir as emissões de CO₂, melhor a qualidade de Vida (um Ar mais limpo);
- d) Conduzem à investigação em novas tecnologias que permitam melhor eficiência energética.

DESVANTAGENS

- a) Custos elevados de investimento e infra-estruturas apropriadas;
- b) Impactes visuais negativos no meio ambiente.

7.4.1. Exemplos de energias renováveis

7.4.1.1. Biomassa



Figura 17 – Resíduo para geração da biomassa

A Biomassa é a massa total de organismos vivos numa dada área. Esta massa constitui uma importante reserva de energia, pois é constituída essencialmente por hidratos de carbono.

Dentro da biomassa, podemos distinguir algumas fontes de energia com potencial energético considerável tais como: a madeira (e seus resíduos), os resíduos agrícolas, os resíduos municipais sólidos, os resíduos dos animais, os resíduos da produção alimentar, as plantas aquáticas, e as algas, utilizados para a produção de energia elétrica e calorífica e, também, na obtenção dos biocombustíveis, como o biodiesel e biogás.

Vantagens e desvantagens da energia da Biomassa

VANTAGENS

- a) É uma energia renovável;
- b) É pouco poluente, não emitindo dióxido de carbono;
- c) A biomassa sólida é extremamente barata, sendo as suas cinzas menos agressivas para o ambiente;

DESVANTAGENS

- a) Desflorestação de florestas, além da destruição de habitats;
- b) Dificuldades no transporte e no armazenamento de biomassa sólida.

7.4.1.2. Energia Solar

A energia solar é a energia produzida pelo Sol e é convertida em energia útil por seres humanos, quer para a produção de eletricidade, por meio dos painéis fotovoltaicos ou de calor, por meio dos coletores solares, para aquecimento de água.

Tipos de energia solar



Figura 18 - Painel solar

- a) Direta: a que vem "diretamente" desde o disco solar;
- b) Difusa: a proveniente de todo o céu excepto do disco solar, das nuvens, gotas de água, etc.;
- c) Refletida: proveniente da reflexão no chão e dos objectos envolventes.

Vantagens e desvantagens da energia solar

VANTAGENS

- a) A energia solar como todas as energias renováveis não polui.
- b) As centrais necessitam de manutenção mínima.
- c) Os painéis solares são a cada dia mais potentes ao mesmo tempo que seu custo vem caindo; tornando a energia solar uma solução economicamente viável.

DESVANTAGENS

- a) Os preços são mais elevados em relação a outros meios de energia devido à construção.
- b) Existe variação nas quantidades produzidas de acordo com a situação climática, além de que durante a noite não existe produção alguma.
- c) As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas, por exemplo, aos combustíveis fósseis e a energia hidroelétrica.

7.4.1.3. Energia Eólica



Figura 19a – Parque eólico

A energia eólica é a energia obtida pela ação do vento, ou seja, através da utilização da energia cinética gerada pelas correntes aéreas.

O vento vem da palavra latina Eolo, pertencente ou relativo à aeolicus, deus dos ventos na mitologia grega e, portanto, pertencente ou relativo ao vento. A energia eólica tem sido utilizado desde a Antiguidade para mover os barcos movidos por velas ou operação de máquinas para movimentação das suas fábricas de pás. É uma espécie de energia verde. A energia eólica está associada com o movimento das massas de ar que movem a partir de zonas de alta pressão do ar para as zonas adjacentes de baixa pressão, com velocidades proporcionais a gradiente de pressão.

A energia eólica pode ser considerada uma das mais promissoras fontes naturais de energia, principalmente porque é renovável, ou seja, não se esgota, é limpa, amplamente distribuída globalmente e, se utilizada para substituir fontes de combustíveis fósseis, auxilia na redução do efeito estufa.

Na atualidade utiliza-se a energia eólica para mover aerogeradores- grandes turbinas colocadas em lugares de muito vento. Essas turbinas têm a forma de um catavento ou um moinho. Esse movimento, através de um gerador, produz energia, conforme demonstrado pela figura abaixo.

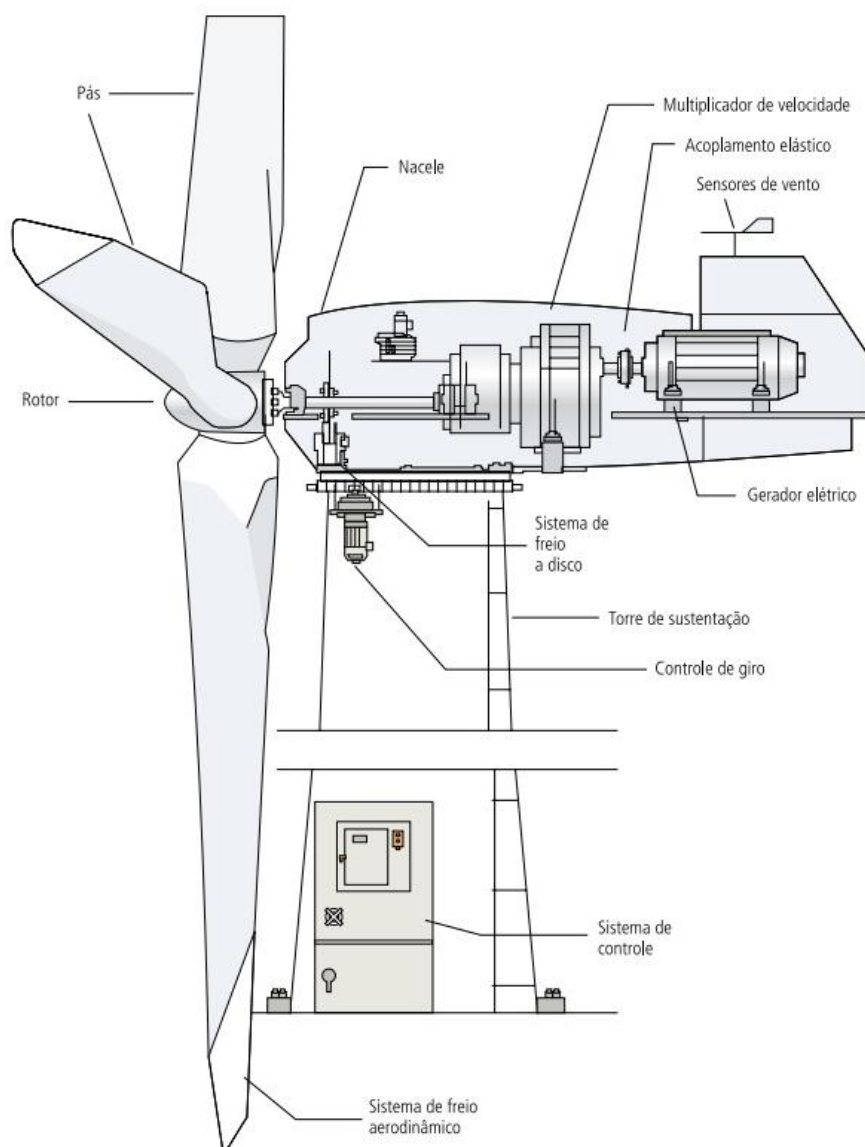


Figura 19b – Mecanismo de um sistema eólico.

Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA – CBEE / UFPE, 2000. Disponível em: www.eolica.com.br. (adaptado)

O uso da energia eólica no mundo.

De acordo com o relatório, do WWEA⁴⁸ – *World Wind Energy Association*, intitulado “2012 – *Half Year Report*”, o *ranking* dos 10 maiores produtores mundiais de Energia Eólica, até junho de 2012, são:

PAÍS	CHINA	EUA	ALEMANHA	ESPAÑA	ÍNDIA	ITÁLIA*	FRANÇA**	REINO UNIDO	CANADÁ	PORTUGAL
MW	67.774	49.802	30.016	22.087	17.351	7.280	7.182	6.840	5.511	4.398

* ATÉ 05/2012

FONTE: WWEA

** ATÉ 04/2012

7.4.1.4. Energia Geotérmica



Figura 20 – Geração de energia geotérmica

A energia geotérmica é aquela obtida pelo calor que existe no interior da Terra. Neste caso, os principais recursos são os gêiseres (fontes de vapor no interior da terra que apresentam erupções periódicas) e, em localidades onde eles não estão presentes, o calor existente no interior das rochas para o aquecimento da água. A partir desta água aquecida é produzido o vapor utilizado em usinas termoelétricas. Outra possibilidade é a utilização de vapor quente seco para movimentar as turbinas. Esta última tecnologia é pouco aplicada, mas pode ser encontrada na Itália e no México.

7.5. Energias Renováveis na Europa

De acordo com o Relatório da Comissão Europeia, intitulado 2010 *Renewable Energy Snapshot*⁴⁹, foi instalado na Europa 27,5 GW, sendo:

- a) Energia Eólica - 10,2 GW (38%);
- b) Fotovoltaica - 5,8 GW (21%);
- c) Biomassa - 570 MW (2,1%);
- d) Hidrelétrica - 390 MW (1,4%).

Ainda, segundo o Relatório, em 2009 houve um aumento de 62% na capacidade de geração de eletricidade instalada nos países da União Europeia e, em termos absolutos, aumento de 19,9% no consumo total de energia derivou de fontes renováveis de energia.

Caso as taxas de crescimento se mantenham nestes patamares, em 2020, até 1400 TWh de eletricidade poderá ser gerada a partir de fontes renováveis, de acordo com o relatório, representando entre 35% e 40% do consumo estimado para os países da União Europeia.

A energia eólica mereceu destaque por ter superado, em 2009, a meta estabelecida para 2010 em 85%.

No caso da energia da Biomassa, de acordo com o relatório, caso as taxas de crescimento atuais se mantenham, a eletricidade proveniente desta fonte poderá duplicar, entre 2008 e 2010.

A eletricidade proveniente da energia fotovoltaica vem duplicando sua capacidade instalada, desde 2003.

A nível mundial, de acordo com o *REN 21*⁵⁰ – *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*, a capacidade de energia renovável instalada foi estimada em 1.230 GW, 7% acima de 2008 e responde por cerca de ¼ da energia produzida no mundo (estimada em 4.800 GW em 2009) e foi responsável pelo fornecimento de aproximadamente 18% da produção de energia global.

Entre todas as energias renováveis, a capacidade de energia eólica mundial cresceu por volta de 38 GW. A Hidroelétrica cresce anualmente a uma taxa de 30% e a energia solar fotovoltaica cresceu mais de 7 GW em 2009.

Os cinco principais países em capacidade instalada de energia renovável em 2009, incluindo as pequenas hidroelétricas, foram a China, os Estados Unidos, Alemanha, Espanha e Índia. Quando se inclui as hidrelétricas de maior porte, os cinco países com maior capacidade instalada foram China, Estados Unidos, Canadá, Brasil e Japão.

As Edificações com consumo de energia zero ganham cada vez mais espaço. Na Europa e nos EUA a construção de Edifícios com Zero de Emissão, que geram a energia que consomem, podendo comprar ou não da rede pública ou, ainda, vender o excedente, tem sido cada vez mais difundida. Para ser considerado como Edifício Zero de Energia, deve utilizar 100% de energia proveniente de fontes renováveis, como forma de alcançar o Zero de Energia⁵¹.

O conceito de Residência Zero de Energia⁵², de acordo com o *FSEC – Florida Solar Energy Center*, é unir a melhor eficiência energética possível com os melhores recursos energéticos renováveis disponíveis, como forma de alcançar o Zero de Energia.

Segundo o engenheiro e professor da Escola de Projeto, Construção e Planeamento da Universidade da Flórida Charles Kibert⁵³, no futuro o uso das energias renováveis terá seu uso nas atividades mais simples do cotidiano das pessoas.

“No futuro, toda a energia consumida por uma família em atividades cotidianas como aquecer a água, usar eletrodomésticos e até mesmo recarregar um veículo elétrico, será fornecida pelo próprio edifício através de fontes renováveis”.

Na Europa, a Diretiva 2010/31/CE⁵⁴, relativa ao desempenho energético dos edifícios, estabelece requisitos para novos edifícios, que devem cumpri-los e passar por um estudo de viabilidade antes do início da construção, com atenção para a instalação de sistemas de energias renováveis de abastecimento, bombas de calor, distrito ou bloco de aquecimento ou arrefecimento e sistemas de cogeração e, de acordo com o artigo 9º, “o mais tardar em 31 de dezembro de 2020, todos os novos edifícios sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia; e, após 31 de dezembro de 2018, os edifícios novos ocupados e detidos por autoridades públicas sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia.”

No Brasil, existe o programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações – PBE Edifica⁵⁵.

A avaliação privilegia construções que aproveitem ao máximo as propriedades da sua envolvente e a capacidade de iluminação e ventilação natural das construções, levando a um consumo menor de energia elétrica e, com o objetivo de aprimorá-lo, foi firmado acordo internacional entre a Eletrobras, Inmetro e Adene⁵⁶, para Etiquetagem em Edificações.

Em Portugal, um exemplo de Edifício Zero de Emissão é o Solar XXI⁵⁷, pertencente ao LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia – localizado em Lisboa.

CAPÍTULO 8 – CONFORTO TÉRMICO E VISUAL

8. CONFORTO TÉRMICO E VISUAL

O Conforto térmico é definido pela Norma Ashrae 55⁵⁸ como "condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico"

Uma pessoa está termicamente confortável, quando não sente calor nem frio.

O conforto térmico está relacionado entre as trocas de calor existentes entre o corpo humano e o ambiente, tais como:

1. Convecção: troca de calor sensível entre a superfície do corpo (pele e roupa) e o ar ambiente;
2. Radiação: troca de calor sensível entre a superfície do corpo (pele e roupa) e as superfícies envolventes (paredes, envidraçados, aquecedores, etc.);
3. Condução: troca de calor sensível entre a superfície do corpo e as superfícies em contato;

Para se garantir o conforto térmico, é preciso que haja equilíbrio entre o calor produzido pelo metabolismo e o calor perdido pelo corpo. Há situações em que o organismo para manter o equilíbrio térmico necessita recorrer a meios de controle sobre os mecanismos de troca de calor entre o corpo e o meio ambiente, chamado de termo-regulação (regulação cardiovascular, atividade metabólica e transpiração), que ocorre quando o ambiente térmico exige maior ou menor produção de energia para equilibrar as trocas de calor.

Mecanismos de termo-regulação para produção de calor: reduzir a circulação sanguínea (vasocontrição) e arrepios e tremuras.

Mecanismos de termo-regulação para arrefecer o corpo: aumentar a circulação sanguínea (vasodilatação) e transpirar (evaporação).

8.1. Parâmetros que influenciam as trocas de calor do corpo humano

O conforto térmico depende de temperatura, pressão, vento, humidade, atividade e vestuário. Outros fatores associados ao conforto são luminosidade, ruído e qualidade do ar.

8.2. Fatores que influenciam o conforto térmico:

- A. Individuais: atividade metabólica (avaliada pelo valor médio das diferentes atividades exercidas durante um determinado intervalo de tempo) e vestuário.
- B. Ambientais: temperatura (perdas menores quando a temperatura do ar é alta e vice-versa) e humidade relativa do ar (quanto maior, menor a eficiência da evaporação na remoção do calor. Tem impacto térmico moderado nos edifícios), temperatura média da radiação e velocidade do ar.
- C. Outros fatores: idade, sexo e adaptação.

8.3. Recomendações para condições de conforto térmico:

Atividades leves (inverno):

Temperatura operativa entre 20°C e 24°C;

Humidade relativa do ar entre 30% e 70%.

Atividades leves (verão):

Temperatura operativa entre 23°C e 26°C;

Humidade relativa entre 30% e 70%.

“as condições de conforto térmico são função da atividade desenvolvida pelo indivíduo, da sua vestimenta e das variáveis do ambiente que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente. Além disso, devem ser consideradas outras variáveis como sexo, idade, biótipo, hábitos alimentares, etc.” (Frota & Schiffer, 2003)⁵⁹.

8.4. Conforto Visual

Conforto Visual⁶⁰ é entendido como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes. Estas questões, que estão relacionadas aos requisitos necessários para a ocorrência tranquila do processo visual (visão), podem ser classificadas como seguem:

- a) Iluminancia suficiente;
- b) Boa distribuição de iluminancias;
- c) Ausência de ofuscamento;
- d) Contrastes adequados (proporção de luminancias);
- e) Bom padrão e direção das sombras.

Deve-se ressaltar que a boa distribuição de iluminancias não é sinonimo de uniformidade e que o contraste e o padrão das sombras dependem da tarefa visual.

Passamos boa parte de nossas vidas em espaços fechados e é importante que os tornemos agradáveis e nos sintamos bem em permanecer no seu interior.

O ofuscamento, uma iluminação artificial mal orientada e/ou mal dimensionada para aquele local, cores pesadas, iluminação e ventilação natural deficientes, que obriga à utilização de sistemas mecânicos como forma de compensá-los, causam desconforto visual, ambiental e térmico aos seus ocupantes.

A melhor solução para sanar estes problemas é resolvê-los na fase de projeto, posicionando as aberturas de modo que possam acomodar as diferentes alturas sazonais do sol, para evitar o ofuscamento, e nas melhores orientações, baseada no seu *layout* interno priorizando os locais de maior permanência e evitando, dessa forma, o uso de sistemas mecânicos de ventilação e arrefecimento.

Procurar utilizar cores claras e que combinem com o uso do ambiente e, se possível, associá-las ao *Feng Shui*, que já é utilizado por muitos profissionais no mundo, desde a fase do projeto. O uso do *Feng Shui* possibilita determinar a melhor localização da porta de entrada e priorizar os locais de maior permanência, incluindo os dormitórios, com as melhores combinações energéticas.

No caso das cores dos ambientes, devem-se evitar as mudanças bruscas de cores entre ambientes adjacentes, pois pode causar desconforto visual.

Deve haver conexão com o exterior, ou seja, procurar posicionar as aberturas para espaços agradáveis, quando houver esta possibilidade.

No caso da iluminação⁶¹, ela deve estar associada ao ambiente e suas dimensões e à sua finalidade, para que seja determinado o tipo de iluminação que mais interage com o local.

1. Para iluminação de um ponto focal (efeitos e cenários) – Iluminação Dirigida;
2. Para iluminação do ambiente inteiro por igual – Iluminação Difusa;
3. Onde o ponto de luz fica visível e pode ser direcionado a algum objeto ou quadro, como as dicróicas, por exemplo – Luz Direta;

4. Onde não é possível ver o ponto de luz, como mangueiras de luz, barras de LED e lâmpadas fluorescentes embutidas em detalhes e rebaixos de gesso – Iluminação Indireta.

Está prevista a proibição, na União Europeia, até 2012⁶², da produção, importação e venda de lâmpadas incandescentes (aquelas que utilizam filamento) e de halogêneo. Entretanto, as chamadas incandescentes “melhoradas” continuarão a ser comercializadas e não somente as fluorescentes compactas (LFC’s). Lâmpadas fluorescentes terão que atingir a classe A da classificação energética da UE (energia de 75% ou mais), para continuar no mercado. A nova lei foi promulgada em 18 de março de 2009 e entrou em vigor no último 1º de setembro.

O cronograma estabelecido pela Comissão Europeia de Energia prevê que já em 2009 as lâmpadas de 100W ou mais fortes já desapareçam do mercado. Em 2010, será a vez das lâmpadas de 60W e, no ano seguinte, 40W e 25W. No final de 2012, todas estarão fora do comércio. Por vontade própria e para apoiar a nova lei, a maioria dos grandes varejistas do Reino Unido parou de comprar e estocar lâmpadas de 75W, 100W e 150W, já no começo deste ano.

A simples troca de lâmpadas mais eficientes / econômicas e específicas para o local, o reposicionamento dos móveis, a colocação de *brise soleils* ou proteção na janela, para evitar o ofuscamento, enfim, são intervenções simples e que podem mitigar o desconforto visual.

8.4.1. Lâmpadas *LED*

Até há pouco tempo, as lâmpadas *LED*⁶³ eram empregadas principalmente em aparelhos menores, como lanternas e painéis eletrônicos. Nos últimos cinco anos, começaram a aparecer em semáforos, na iluminação pública e na decoração externa de prédios. O que se está vendo agora é a migração do *LED* para dentro das residências.

Enquanto uma lâmpada comum tem vida útil de 1.000 horas e uma fluorescente de 10.000 horas, a *LED* rende entre 20.000 e 100.000 horas de uso ininterrupto.

Uma lâmpada incandescente converte em luz apenas 5% da energia elétrica que consome. As lâmpadas *LED*⁶⁴ convertem até 40%. Essa diminuição no desperdício de energia traz benefícios evidentes ao meio ambiente. Nos países em que a eletricidade é produzida a partir da queima de combustíveis fósseis, essa economia significa nove vezes menos gases do efeito estufa na atmosfera. Se metade de toda a iluminação mundial fosse convertida à tecnologia *LED* até 2025, seria possível economizar 120 *gigawatts* de eletricidade.

Isso reduziria as emissões de dióxido de carbono em 350 milhões de toneladas por ano. As lâmpadas *LED* são a prova de que o desenvolvimento tecnológico é a forma mais eficiente de combater o aquecimento global.

8.4.2. Tubo de Luz

Os chamados “Tubos de Luz” são uma ótima opção, como forma de contribuição para a iluminação natural e o conforto visual, aliando bem-estar, praticidade, funcionalidade, beleza e economia de energia (área industrial).

O Solatube®⁶⁵ foi criado na Austrália há 20 anos e hoje é produzido nos Estados Unidos (Califórnia). Presente em mais de 50 países e com mais de 1 milhão de unidades instaladas, o Solatube® valoriza o projeto, proporcionando para os ocupantes um ambiente mais agradável e com qualidade de luz incomparável (excelente IRC); economia em energia, reposição e manutenção de equipamentos e sintonia com os conceitos atuais de construção e arquitetura sustentáveis.

É importante acrescentar que, na área industrial, a economia de energia é o principal fator, além do fato que trabalhar em um ambiente com iluminação artificial não é saudável.

Multi-Acessórios Monterrey (Monterrey, NL – México)



Produto Instalado:
110 Sistemas Solatube® 330 DS Warehouse na área de armazenagem

De acordo com o *h.e.s.e*⁶⁶ – *human social ecological economical project*, problemas de saúde, sociais e de produtividade, causados pela luz fluorescente, causam fadiga, redução de concentração, irritabilidade, dores de cabeça, dificuldade de aprendizagem, entre outros.

Figura 21 – Tubo de Luz na área industrial

A pesquisa, o projeto, sua implantação e avanços tecnológicos, em busca do melhor desempenho do produto demonstram que soluções, como a apresentada pela Solatube, tem papel importante para o bem-estar e saúde de seus ocupantes, tanto no segmento residencial como no industrial.

É de ter em conta ainda que, além de todos os fatores positivos apresentados, o fator economia de energia, no segmento industrial, é muito importante também, pois contribui para a diminuição do aquecimento global.

Este é apenas um exemplo de como o setor da construção civil é ágil e se adapta a qualquer situação, com plenas condições de contribuir na mitigação do aquecimento global. Segue abaixo o desenho esquematizado e figuras de locais onde o sistema foi instalado.

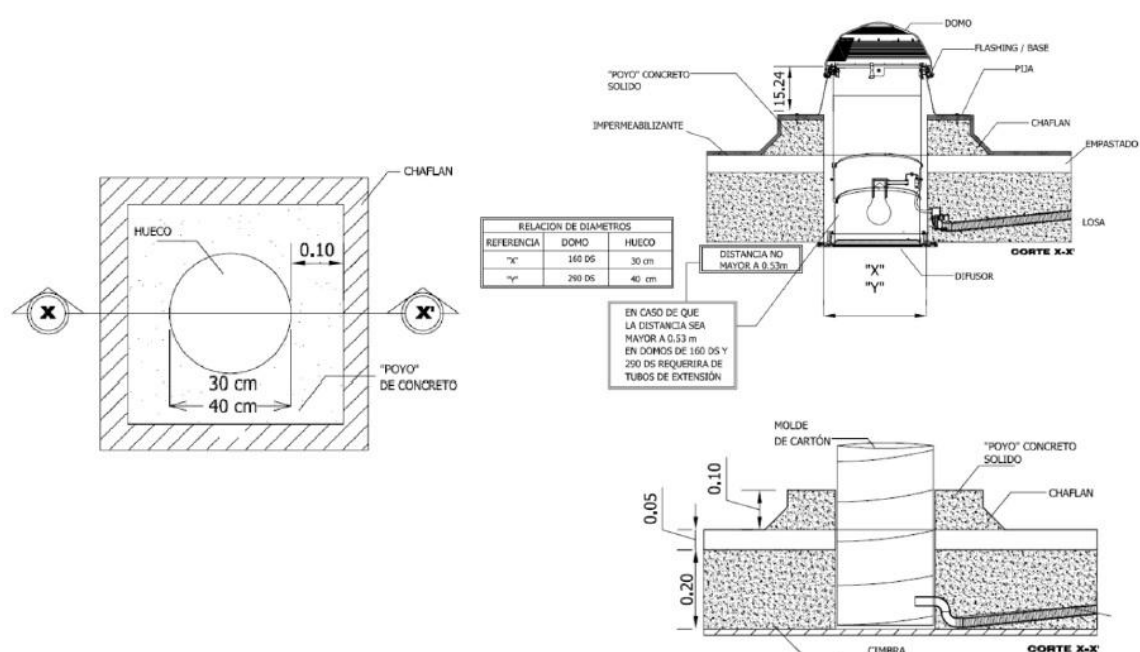


Figura 22a – Detalhes e dimensões do Solatube



Figura 22b – Solatube instalado em residência



Figura 22c – Solatube instalado em residência

CAPÍTULO 9 – TECNOLOGIAS VERDES

9. TECNOLOGIAS VERDES

9.1. Telhados Brancos

O pesquisador Akbari Hashem⁶⁷, do *Lawrence Berkley National Laboratory*, dos Estados Unidos, afirmou em recente estudo, que pintar os telhados de branco pode ajudar a combater o aquecimento global, diminuindo a temperatura das ilhas de calor nos grandes centros urbanos, uma vez que, enquanto as coberturas escuras absorvem 80% do calor externo, as claras refletem até 90% da luz solar.

Com base no estudo de Akbari, o Nobel Steven Shu acredita que ao refletirem os raios solares de volta para o espaço, os telhados, pavimentos e estradas, pintados de branco, podem gerar uma economia equivalente a tirar de circulação todos os carros do mundo por onze anos, diminuindo também o uso do ar condicionado nas edificações, já que um telhado branco de 100m² compensa cerca de 10 toneladas de gás carbonico, o equivalente à emissão anual de uma típica casa residencial, seja americana ou europeia⁶⁸.

Benefícios dos telhados brancos:

- a) Diminuição das ilhas de calor dos prédios/casas;
- b) Diminuição da emissão de CO₂.
- c) Ajuda a refletir raio solar de volta para espaço;
- d) Fácil aplicação e pouca manutenção;
- e) Resultado imediato;
- f) Reduz custo de ar condicionado em até 20%;
- g) Ação eficiente no combate ao aquecimento global.

Em Florianópolis, no Estado de Santa Catarina, a Câmara de Vereadores aprovou projeto de Lei 13395/2009⁶⁹, de autoria do vereador Jaime Tonello, para implantação dos telhados brancos, por unanimidade e aguarda sanção pelo prefeito municipal.

Em São Paulo, O Vereador Goulart (PMDB) apresentou o Projeto de Lei 615/2009⁷⁰ na Câmara Municipal para que a população pinte os telhados de suas casas de branco, de modo a reduzir os efeitos do Aquecimento Global.

Os telhados brancos são, sem dúvida, uma ferramenta importante para mitigar o aquecimento global, mas algumas observações devem ser feitas:

- a) Em locais frios - Como a radiação solar não é absorvida, a tendência é que os edifícios fiquem mais frios, com prejuízo ao bem-estar de seus ocupantes e o uso excessivo do ar condicionado;
- b) Pintar pavimentos e estradas, como defendido pelo Sr. Secretário de Energia dos EUA Steven Chu, tem o seu lado negativo, pois toda a radiação refletida será irradiada diretamente para as pessoas, o que poderá acarretar problemas de visão entre outras sérias consequências;
- c) A Implantação deve ser de forma correta, ou seja, em locais/regiões de clima comprovadamente quente.

9.2. Telhados Verdes

O Ecotelhado⁷¹ é um jardim suspenso, também conhecido como telhado verde, implantado nas casas Z6 e Fator 10, apresentadas nos Anexos I e II, respectivamente. Esse tipo de cobertura vegetal pode ser instalada tanto em cobertura de prédios (laje) ou sobre telhados convencionais, como o de telha cerâmica, fibrocimento, entre outros. É possível fazer um telhado com grama ou com plantas.

Os telhados verdes ganharam uma crucial importância nos centros urbanos trazendo diversos benefícios como:

- a) Aumento da biodiversidade;
- b) Redução da velocidade de escoamento da água da chuva na fonte (telhado);
- c) Aumento da retenção da água da chuva na fonte (drenagem urbana);
- d) Limpeza da água pluvial, contribuindo para redução da poluição;
- e) Redução da emissão de gás carbono, atenuante da poluição do ar;
- f) Diminuição da temperatura do micro e macro ambiente externo;
- g) Conforto térmico e acústico para ambientes internos;
- h) Contribui para a maior durabilidade dos prédios, pois diminui a amplitude térmica;
- i) Inclusão social. Aumentando a oportunidade de convívio com a natureza em diferentes locais;
- j) Contribui significativamente na pontuação de certificações como *LEED*, *BREEAM*, entre outros.

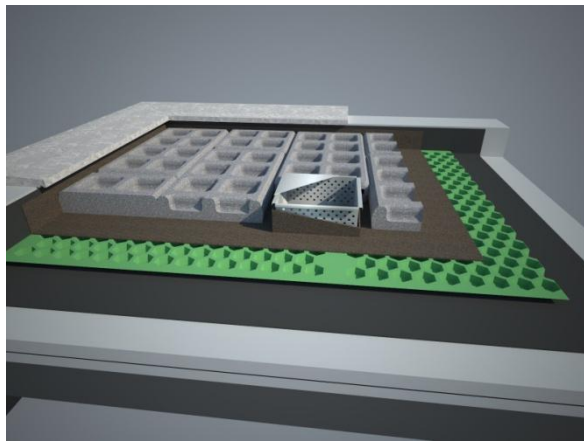


Figura 23a – Perspectiva do sistema alveolar

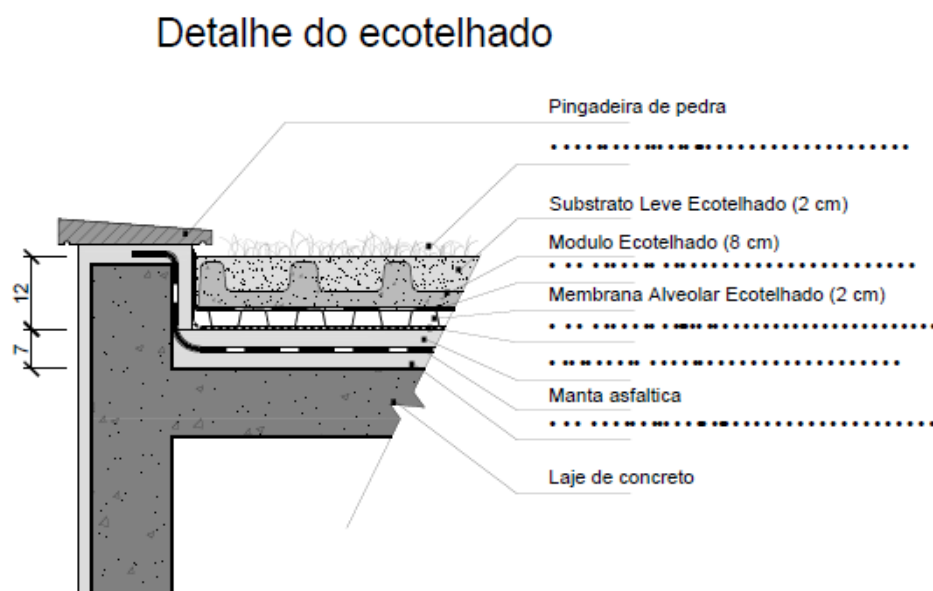


Figura 23b – Detalhe do ecotelhado



Figura 23c – Perfil do ecotelhado

Uma simulação realizada pela *Environmental Protection Agency (EPA)*⁷², mostra que aumentar em 5% a extensão de áreas verdes na cidade de Los Angeles permitiria baixar a temperatura do verão em cerca de 4 graus e reduzir em 10% a poluição.



Figura 24 – Telhados brancos

9.3. Fachadas Verdes

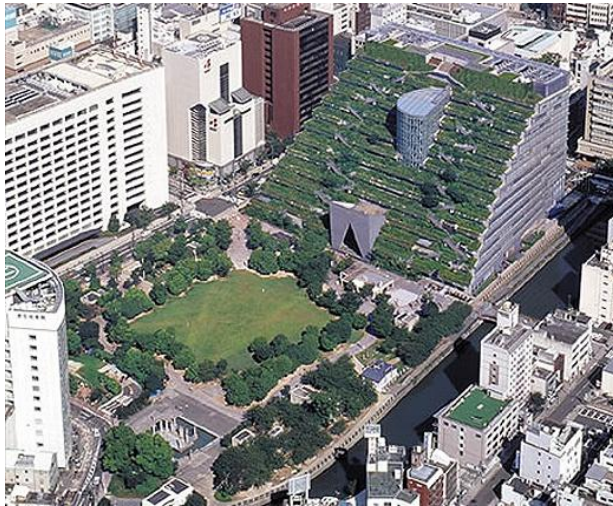


Figura 25 – Fachada verde

As paredes verdes, muito conhecidas como jardins verticais, podem ser utilizadas tanto na fachada externa como em painéis no interior do prédio.

O sistema de Ecoparede⁷³ (parede verde e brise vegetal) tem como funções:

- a) Aumento da biodiversidade;
- b) Redução da emissão de carbono, atenuante da poluição do ar;
- c) Diminuição da temperatura do micro e macro ambiente externo;
- d) Conforto térmico e acústico para ambientes internos;
- e) Contribui para a maior durabilidade dos prédios, pois diminui a amplitude térmica;
- f) Inclusão social. Aumentando a oportunidade de convívio com a natureza em diferentes locais;
- g) Embelezamento dos centros urbanos;
- h) Contribui significativamente na pontuação de certificações como *LEED*, *BREEAM*, entre outros.

9.4. Ecopavimento

O Ecopavimento⁷⁴ é um pavimento ecológico e permeável constituído de grelhas alveoladas de plástico reciclado que se caracteriza por permitir a passagem de água e ar. É, basicamente, uma calçada ecológica ou estacionamento ecológico. Tem um impacto ambiental positivo ao ajudar na prevenção das enchentes, redução das ilhas de calor, recarga dos aquíferos subterrâneos e manutenção das vazões dos cursos de água nas



épocas de seca e remediação da poluição do pluvial.

As grelhas plásticas suportam o peso do tráfego evitando a compactação da base permitindo a passagem de água com aplicação com brita e evitando a morte do sistema radicular de gramados.

Figura 26a – Sistema das grelhas plásticas



Figura 26b – Espalhando a brita sobre as grelhas plásticas



Figura 26c – Teste no sistema instalado

Oferece mais oxigênio à atmosfera e mais beleza à cidade porque são mais bonitos que o asfalto ou outro tipo de pavimento impermeável. Esse tipo de pavimento é ideal para regiões urbanas que sofrem com enchentes.

9.4.1. Utilização

O Ecopavimento, na função de estacionamento ecológico, pode ser aplicado em substituição a pavimentação em locais de tráfego lento como:

- a) Estacionamento de empresas, shoppings e supermercados;
- b) Arruamento de condomínios;
- c) Igrejas e escolas;
- d) Pavimento permeável
- e) Calçada permeável;
- f) Acostamento de estradas;
- g) Trilhas, acesso de pedestres;
- h) Bacias de infiltração;
- i) Estacionamento permeável.

9.4.2. Vantagens

O Ecopavimento se difere dos sistemas de pavimento convencionais por apresentar melhor desempenho no ponto de vista ambiental, estético e econômico do que similares. Além de ser o pavimento que menos acumula calor, com menor índice de reflexão.

9.4.3. Benefícios

- a. Retenção da água da chuva na base e sub-solo evitando sistema de encanamento pluvial;
- b. Filtragem e tratamento da água da chuva com retenção de sólidos em suspensão, fósforo, nitrogênio e hidrocarbonetos;
- c. Diminuição do calor urbano.

CAPÍTULO 10 - CONCLUSÃO

10. CONCLUSÃO

O trabalho apresentado mostrou a importância da construção verde na mitigação do aquecimento global, por meio de técnicas e tecnologias verdes, incluindo, por exemplo, as fossas sépticas biodigestoras, desenvolvida pela EMBRAPA e os banheiros secos, como soluções de baixo custo, mas que têm uma função importante como forma de se evitar a contaminação do solo e lençol freático, que é responsável pela morte de milhares de pessoas, no mundo, todos os anos.

Estes são alguns exemplos de como é possível alterar o panorama atual e, com ações responsáveis e sustentáveis, torná-lo melhor para as gerações futuras.

Todos os dias nos deparamos com notícias de desflorestamentos, queimadas, derretimento dos *icebergs*, causadas pelo aquecimento global e, o pior de tudo isso, é causado pelo Homem.

No caso específico do setor da construção civil, que é responsável pela emissão de 1/3 do total de energia consumida associada ao efeito estufa, a consciência e a atitude de todos os envolvidos neste segmento, que engloba os profissionais, os clientes e os consumidores, deve prevalecer ante os interesses visando os lucros pessoais, imobiliários e de status pessoal.

A importância de um projeto bem elaborado, com a total sintonia entre todos os envolvidos faz com que o resultado seja o melhor possível. Deve sempre ter-se em mente que as pessoas passam boa parte de suas vidas no interior das residências e que ela deve lhes proporcionar bem-estar e saúde.

Um projeto ou conceito mal elaborado pode trazer sérias consequências aos seus ocupantes. Como exemplo claro, pode-se citar a Síndrome do Edifício Doente que, com a crise do petróleo, nos anos 70, que desencadeou uma grave crise energética, os edifícios passaram a ser herméticos e com poucas aberturas para o exterior. Este conceito resolveu, em parte, o consumo de energia, porém devido a brusca redução do ar vindo do exterior, as pessoas passaram a respirar ar interior poluído, por produtos de limpeza, fotocopiadoras, fumaças de cigarro e, além disso, a proliferação de fungos e ácaros, causados pelo pó gerado pela limpeza inadequada de cortinas e carpetes.

Este é um exemplo claro de como um projeto ou conceito mal elaborado pode trazer graves sequelas à saúde das pessoas, inclusive com resultados fatais.

A boa notícia é que o mundo percebeu a necessidade de mudar sua postura com relação ao aquecimento global e desde 1987, quando se iniciou efetivamente o desenvolvimento sustentável, o qual prega usufruir da natureza somente o que ela puder dar, preservando-a para as gerações futuras, muitas ações foram desenvolvidas em prol do fortalecimento deste conceito. Prova disto são as leis criadas para proteger o meio ambiente, certificados que legitimam construções e produtos sustentáveis, conferências que acontecem ao redor do mundo para discutir novos projetos e ações e, principalmente, a conscientização da humanidade.

Desde então, o que se nota é um movimento crescente mundial em busca da preservação e o respeito à natureza. Os resultados deste movimento podem ser observados, no setor da construção civil, com a crescente exigência, por parte dos clientes que solicitam que sejam previstos nos projetos a implantação de sistemas passivos de geração de energia, sistema de reutilização de água e reaproveitamento de água de chuvas.

Tem sido observado, também, um crescente aumento na geração de fontes de energias renováveis, que hoje respondem por 18% da energia fornecida; no crescente número de lançamentos de produtos e materiais ecológicos que podem ser encontrados no mercado, tais como o Tijolo Solocimento e pisos intertravados permeáveis, com baixa energia incorporada, os quais foram apresentados neste trabalho. É crescente também o aumento do número de construções sustentáveis certificadas pelo *LEED*, *BREEAM*, *CASBEE*, a nível mundial. Os cursos universitários, de mestrado e doutorado, possuem unidades curriculares específicas sobre o tema. O consumidor, por sua vez, exerce um papel importante ao priorizar o consumo de produtos que não agredem o meio ambiente e eletrodomésticos certificados, enfim, são exemplos de que o mundo realmente está mudando e que é um trabalho de conscientização que certamente surtirá efeitos positivos.

Voltando ao setor da construção civil, o profissional tem que estar atento a esta mudança de perfil por parte dos consumidores e se atualizar, tanto em matéria de conceitos como de conhecimentos, pois a sustentabilidade veio para ficar.

CAPÍTULO 11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] UNIVERSIDADE DA ÁGUA (S/D). Água no Planeta. Disponível online em: [<http://www.unagua.org.br>] e consultado a 12/05/2010.

[2] MUDANÇAS CLIMÁTICAS (S/D). Relatório Brundtland e a sustentabilidade. Disponível online em: [<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/91>] e consultado a 12/05/2010.

[3] ECO 92 (S/D). Eco 92. Disponível online em: [<http://www.brasilecola.com/geografia/eco-92.htm>] e consultado a 12/05/2010.

[4] AMBIZOMM (2008). CONFERÊNCIA DE QUIOTO. Disponível online em: [<http://ambizoom.blogspot.com.br/2008/11/o-que-foi-conferencia-de-quioto-numa.html>] e consultado a 12/05/2010.

[5] BNDES (2009). O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – Guia de Orientação 2009. Disponível online em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_mdj/mdj_1.pdf] e consultado a 12 de maio de 2010.

[6] MATRIZ LIMPA (2009). O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Disponível online em: [<https://www.matrizlimpa.com.br/index.php/2010/09/o-mecanismo-de-desenvolvimento-limpo/700>] e consultado a 15/06/2010.

[7] ANÁLISE EDITORIAL (2012). Especial Rio+20 contribui para o debate sobre economia verde. Disponível online em: [www.analise.com] e consultado a 11 de dezembro de 2012.

[8] UNEP (2009). *Buildings and Climate Change - Summary for Decision-Makers*. Disponível online em: [<http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCI-BCCSummary.pdf>] e consultado a 13/05/2010.

[9] ABEE (2011). Construção Civil Eficiente. Disponível online em: [www.abee.org.br] e consultado a 01/11/2011.

[10] IPCC (2007). Quarto Relatório e Avaliação do IPCC: *Climate Change* 2007. Disponível online em: [http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch6s6-3.html] e consultado a 13 de maio de 2010.

- [11] WBCSD (S/D). Disponível online em: [www.wbcsd.org] e consultado a 13/05/2010.
- [12] ICIVILENGINEER (S/D). Disponível online em: [www.icivilengineer.com] e consultado a 30/05/2010.
- [13] ASCE (S/D). Disponível online em: [www.asce.org] e consultado a 30/05/2010.
- [14] IPCC (2007). Quarto Relatório de Mudanças Climáticas. Disponível online em: [www.ipcc.ch] e consultado a 30/05/2010.
- [15] DRYWORK (S/D). Construção civil é o setor que mais consome recursos naturais no mundo. Disponível online em: [www.drywork.com.br/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=46] e consultado a 30/05/2010.
- [16] INMETRO (S/D). Qualidade do Ar em estabelecimentos de Uso Público e Coletivo. Disponível online em: [www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/qualidadedoAr.asp] e consultado a 20/04/2010.
- [17] EPA (1991). *Indoor Air Facts nº 4 (revised) – Sick Building Syndrome*. Disponível online em: [www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html] e consultado a 28/04/2010.
- [18] EURLEX (2010). Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios. Disponível online em: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:01:PT:HTML] e consultado a 10/12/2012.
- [19] ADENE (S/D). Disponível online em: [www.adene.pt/ADENE/Canais/SubPortais/SCE/Introducao/Apresenta%c3%a7%c3%a3o.htm] e consultado a 23/07/2010.
- [20] EPA (S/D). *Urban Heat Island Mitigation*. Disponível online em: [www.epa.gov/heatisl/mitigation/index.htm] e consultado a 12/10/2010.
- [21] NOAA – *National Weather Service (2009). Summary of Natural Hazards Statistics for 2009 in the United States*. Disponível online em: [www.weather.gov/os/hazstats/sum09.pdf] e consultado a 12/10/2010.
- [22] Roaf, S; Fuentes, M. & Thomas, S. (2009). *Ecohouse A casa ambientalmente sustentável*, Porto Alegre: Bookman, Página 61.

[23] Roaf, S; Fuentes, M. & Thomas, S. (2009). Ecohouse A casa ambientalmente sustentável, Porto Alegre: Bookman, Páginas 61-62.

[24] RECRIAR COM VOCÊ (S/D). Materiais de construção sustentáveis – Tijolo Ecológico. Disponível online em: [http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/materiais-de-construcao-sustentaveis/] e consultado a 12/12/2012.

[25] ECOTOP (S/D). Disponível online em: [www.ecotop.com.br] e consultado a 16/10/2012.

[26] RECICLAGEM RIO CLARO (S/D). Disponível online em: [WWW.reciclagemrioclaro.com.br] e consultado a 17/10/2012.

[27] UNEP (2009). *Buildings and Climate Change - Summary for Decision-Makers*. Disponível online em: [http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCI-BCCSummary.pdf] e consultado a 13/05/2010.

[28] NASA (S/D). Disponível online em: [www.nasa.gov/worldbook/global_warming_worldbook.html] e consultado a 11/06/2010.

[29] VITRÜVIO (S/D). Disponível online em: [http://leonardodavinci.stanford.edu/submissions/clabaugh/history/vitruvius.html] e consultado a 15/06/2010.

[30] SINDICONET (S/D). Disponível online em: [www.sindiconet.com.br/1807/informese/dicas-uteis/retrofit/introdu%E7ao] e consultado a 15/06/2010

[31] ARQUITETURA VERNACULAR (S/D). Disponível online em: [http://duqueuai.wordpress.com/indicacoes/nucleo/arquitetura-vernacular/] e consultado a 02/06/2010.

[32] Faria, C. (2009). Construção Ecológica. Disponível online em: [http://www.infoescola.com/ecologia/construcao-ecologica] e consultado a 02/06/2010.

[33] CRIARMLT (S/D). Disponível online em: [www.criarmlt.com/informativos/...z/Green%20Building.pdf] e consultado a 16/06/2010.

[34] Keeler, M. & Burke, B. (2010). Fundamentos de PROJETOS DE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS, Porto Alegre: Bookman, Página 256.

[35] Maciel, J. M. (2007). Tratado de Arquitetura, São Paulo: Martins Fontes, Página 61.

[36] UNEP (S/D). *Water – Chapter 4*. Disponível online em: [http://www.unep.org/geo/geo4/report/04_Water.pdf] e consultado a 19/08/2010.

[37] UOL (2010). Água poluída mata mais que violência no mundo, diz ONU. Disponível online em: [http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente/ult10007u710274.shtml] e consultado a 23/08/2010.

[38] EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO (S/D). Fossa Séptica Biodigestora. Disponível online em: [http://www.cnpdia.embrapa.br/produtos/fossa.html] e consultado a 12/08/2010.

[39] CONSCIÊNCIA COM CIÊNCIA (S/D). Sanitário Seco: Adeus a Descarga? Disponível online em: [www.conscienciacomciencia.com.br/2010/01/04/sanitario-seco-adeus-a-descarga] e consultado a 11/06/2010.

[40] SABESP (S/D). Disponível online em: [www.sabesp.com.br] e consultado a 13/07/2010.

[41] CETESB (S/D). Disponível online em: [www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_reuso.asp] e consultado a 13/07/2010.

[42] SABESP (S/D). Equipamentos Economizadores. Disponível on line em: [http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=145], e consultado a 10/12/2012.

[43] INSTITUTO AKATU (2012). O QUE O BRASILEIRO PENSA DO MEIO AMBIENTE E DO CONSUMO SUSTENTÁVEL. Disponível online em: [http://www.akatu.org.br/Content/Akatu/Arquivos/file/12_08_20_ConsumoConsciente_PesquisaMMAQuanti_Completa_agosto2012.pdf] e consultado a 12/12/2012.

- [44] *FORUMOTION* (S/D). Disponível online em: [http://land4usforum.forumeiros.com/materiais-e-tecnicas-de-construcao-30/paredes-trombe-t595.htm] e consultado a 20/07/2010.
- [45] Roaf, S; Fuentes, M. & Thomas, S. (2009). *Ecohouse A casa ambientalmente sustentável*, Porto Alegre: Bookman, Página 190.
- [46] *ADENE* (S/D). Disponível online em: [www.adene.pt/NR/rdonlyres/.../BrochuraClimatizaçãoSolar.pdf] e consultado a 20/08/2010.
- [47] *ENERGIAS RENOVÁVEIS* (S/D). Disponível online em: [http://energiasalternativas.webnode.com.pt/] e consultado a 15/09/2010.
- [48] *WWEA – WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION (2012). 2012 – Half Year Report*. Disponível online em: [http://www.wwindea.org/webimages/Half-year_report_2012.pdf] e consultado a 10/12/2012.
- [49] *SCIENTIFIC TECHNICAL REFERENCE SYSTEM ON RENEWABLE ENERGY AND ENERGY END-USE EFFICIENCY* (S/D). Disponível online em: [http://re.jrc.ec.europa.eu/refsys] e consultado a 07/09/2010.
- [50] *AMBIENTE ENERGIA* (2010). *Energias renováveis: Brasil em 5º, com US\$ 7,8 bilhões*. Disponível online em: [www.ambienteenergia.com.br/index.php/2010/07/energias-renovaveis-brasil-em-5%C2%BA-com-us-78-bilhoes/4693] e consultado a 19/08/2010.
- [51] Nascimento, A. (2011). *Edificações com consumo zero de energia ganham espaço*. Disponível online em: [http://www.engenhariaearquitectura.com.br/noticias/31/Edificacoes-com-consumo-zero-de-energia-ganham-espaco.aspx] e consultado a 13/12/2012.
- [52] *FLORIDA SOLAR ENERGY CENTER* (S/D). Disponível online em: [http://www.fsec.ucf.edu/en/research/buildings/index.htm] e consultado a 13/12/2012.
- [53] Barbosa, V. (2010). *Prédios energia zero são o futuro da construção civil, afirma especialista*. Disponível online em: [http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/noticias/predios-energia-zero-sao-o-futuro-da-arquitetura-afirma-especialista] e consultado a 10/12/2012.

[54] EURLEX (2010). Directiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios. Disponível online em: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:01:PT:HTML] e consultado a 10/12/2012.

[55] INMETRO (S/D). O Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível online em: [http://www2.inmetro.gov.br/pbe/conheca_o_programa.php] e consultado a 13/12/2012.

[56] Marques, B. & Melo, V. (2012). Acordo Internacional para Etiquetagem em Edificações é firmado pela Eletrobras, Inmetro e Adene. Disponível online em: [http://www.portalenergia.com.br/index.php/acordo-internacional-para-etiquetagem-em-edificacoes-e-firmado-pela-eletrobras-inmetro-e-adene/] e consultado a 13/12/2012.

[57] LNEG (2005). Edifício SOLAR XXI – Um edifício energeticamente eficiente em Portugal. Disponível online em: [http://www.lneg.pt/download/4078/BrochuraSolarXXI_Dezembro2005.pdf - edificio solar XXI] e consultado a 15/08/2010.

[58] ASHRAE (S/D). *Standard 55*. Disponível online em: [https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/standard-55] e consultado a 10/12/2012.

[59] Frota, A. B. & Schiffer S. R. (2003). Manual de Conforto Térmico: Arquitetura, urbanismo, São Paulo: Studio Nobel, Página 25.

[60] CLINICA MEDICAL CENTER (S/D). Disponível online em: [www.clinicamedicalcenter.com.br/site/estrutura/progr_ilumina.php] e consultado a 29/09/2010.

[61] Amaral, P. A. (S/D). Como escolher a iluminação adequada? A iluminação. Disponível online em: [www.construcaoecia.com.br/conteudo.asp?ed=57&cont=608] e consultado a 26/09/2010.

[62] Camargo, S. (2009). Europa dá adeus às lâmpadas incandescentes. Disponível online em: [http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/europa-adeus-lampadas-incandescentes-502388.shtml] e consultado a 21/08/2010.

- [63] Correa, R. (2007). A evolução da luz. Disponível online em: [http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/energia/conteudo_264235.shtml] e consultado a 15/08/2010.
- [64] CIDADÃO REPÓRTER (2010). Economia - Lâmpadas LED - A evolução da luz. Disponível online em: [http://cidadao.dpnet.com.br/topicos/meio-ambiente/7054-economia-l-mpadas-led-a-evolu-o-da-luz] e consultado a 17/08/2010.
- [65] SOLATUBE (S/D). Disponível online em: [http://www.solatube.com/residential/what-is-daylighting/index.php] e consultado a 12/06/2010.
- [66] H.E.S.E. (S/D). *Artificial light in the Environment: Human Health Effects*. Disponível online em: [www.hese-project.org/hese-uk/en/issues/cfl.php] e consultado a 19/09/2010.
- [67] Abreu, C. (S/D). Telhados Brancos. Disponível online em: [http://obviousmag.org/archives/2009/06/telhados_branco.html] e consultado a 16/09/2010.
- [68] Connor, S. (2009). *Obama's climate guru: Paint your roof White*. Disponível online em: [www.independent.co.uk/environment/climate-change/obamas-climate-guru-paint-your-roof-white-1691209.html] e consultado a 16/09/2010.
- [69] REVISTA SUSTENTABILIDADE (2009). Câmara de Florianópolis aprova lei de telhados brancos. Disponível online em: [www.revistasustentabilidade.com.br/construcao-verde/camara-de-florianopolis-aprova-lei-de-telhados-brancos] e consultado a 11/10/2010.
- [70] REVISTA SUSTENTABILIDADE (2010). Projeto de lei obriga paulistano a adotar telhado branco. Disponível online em: [www.revistasustentabilidade.com.br/construcao-verde/projeto-de-lei-obriga-paulistano-a-adotar-telhado-branco] e consultado a 11/10/2010.
- [71] ECOTELHADO (S/D). Disponível online em: [www.ecotelhado.com.br/ecotelhado/default.aspx] e consultado a 11/10/2010.

[72] *GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL* (S/D). UM GRAU A MENOS. Disponível online em: [www.onedegreeless.org/pt/index.php?pagina=solucoes-o] e consultado a 25/09/2010.

[73] *ECOPAREDE* (S/D). Disponível online em: [www.ecotelhado.com.br/ecoparede/default.aspx] e consultado a 25/09/2010.

[74] *ECOPAVIMENTO* (S/D). Disponível online em: [www.ecotelhado.com.br/ecopavimento/default.aspx] e consultado a 25/09/2010.

[75] McGrath, J. (S/D). Dez construções sustentáveis. Disponível online em: [http://ambiente.hsw.uol.com.br/edificios-sustentaveis2.htm] e consultado a 05/10/2010.

[76] McGrath, J. (S/D). Dez construções sustentáveis. Disponível on line em: [http://ambiente.hsw.uol.com.br/edificios-sustentaveis3.htm] e consultado a 05/10/2010.

[77] *CONSÓRCIO PCJ* (S/D). Casa Modelo. Disponível online em: [http://www.agua.org.br/casa- modelo/conteudos/96/conceito.aspx] e consultado a 16 de setembro de 2012.

[78] McGrath, J. (S/D). Dez construções sustentáveis. Disponível online em: [http://ambiente.hsw.uol.com.br/edificios-sustentaveis1.htm] e consultado a 05/10/2010.

CAPÍTULO 12 - ANEXOS

ANEXO I⁷⁵

EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Casa Z6

Santa Mônica - Califórnia



LivingHomes/Amy Sims
Construção da casa Z6

A Casa Z6 em Santa Mônica, Califórnia, recebeu esse nome devido à filosofia por trás da construção. Especificamente, ele se refere ao objetivo de alcançar níveis zero em seis fatores: desperdício, energia, água, carbono, emissões e ignorância.

Essa filosofia fez com que os proprietários e arquitetos usassem todos os métodos de construção de prédios verdes possíveis para construir uma casa sustentável e habitável. Os construtores conseguiram produzir apenas uma fração (um décimo) do resíduo que geralmente é produzido em uma construção residencial. Como eles fizeram isso? Eles construíram partes separadas da casa numa fábrica e depois juntaram essas partes no local determinado (o que levou apenas 13 horas). Esse método não só é eficiente, como permite que os proprietários desmontem a casa e a levem para um novo local, caso queiram. Além disso, as paredes móveis em todos os quartos permitem que os habitantes adaptem os locais às suas necessidades.

Os construtores da Casa Z6 incorporaram um conjunto de painéis solares na tentativa de oferecer de 60% a 70% do consumo de energia da casa.

Os proprietários também escolheram aparelhos que consomem menos energia. Usar um aquecedor solar de água, que absorve o calor para aquecer a água, também reduz de maneira significativa o consumo de energia. Esse aquecedor também contribui com o aquecimento da casa porque aciona o sistema de aquecimento por piso radiante.

O revestimento especial da casa também permite que o sol do inverno aqueça o local de maneira efetiva. Durante o verão, a ventilação na estrutura permite a entrada de ar para resfriar a casa. Cuidados foram tomados de forma que as sacadas oferecessem sombras significativas para os dias quentes.

Na tentativa de economizar água, foram incorporados vários métodos diferentes de construção de prédios verdes. Por exemplo, um telhado verde com sedum e outras plantas reduzem o escoamento. A água da chuva também é coletada em grandes tanques de água e usada para irrigar o telhado verde quando necessário. Enquanto isso, a água cinzenta irriga as plantas no solo. Além desses recursos, torneiras e chuveiros com

baixa vazão de água contribuem para reduzir a quantidade de água utilizada.

Os proprietários fizeram questão de escolher materiais feitos com produtos recicláveis para itens como azulejos, balcões e até mesmo para a estrutura de aço. Eles também escolheram cortiça para os pisos. A cortiça é um material prático e sustentável porque é obtida sem a necessidade de se cortar a árvore em que ela cresce. Para ajudar a manter os habitantes conscientes do uso da energia, um sistema permite que eles monitorem o consumo da casa.

ANEXO II⁷⁶

EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Casa Fator 10 - Chicago



Assim como a Casa Z6, a Casa Fator 10 de Chicago recebeu seu nome devido à sua filosofia. Eles afirmam que a estrutura consome um décimo dos recursos ambientais de uma casa comum (em outras palavras, ela minimiza a pegada ecológica por um "fator de 10"). Na tentativa de encontrar métodos acessíveis para a construção de prédios verdes, o *Department of Environment and Housing de Chicago* (Departamento de Meio Ambiente e Habitação) realizou uma competição para projetistas, e a fator 10 ficou entre as ganhadoras.

A Casa Fator 10 incorpora dezenas de técnicas criativas para a construção de prédios verdes, sendo que uma delas é a chaminé solar, que aquece e resfria a casa por meio de ventiladores. Além de recursos para manter a temperatura, a chaminé solar, que utiliza a luz do sol das janelas para o aquecimento, também oferece luz para a casa, reduzindo a dependência em combustíveis fósseis e eletricidade.

Além de aparelhos e utensílios com baixo consumo que reduzem o uso da energia e da água, a casa usa um telhado verde com plantas sedum. Esse telhado reduz de maneira significativa o escoamento de água e produz o resfriamento evaporativo.

A localização das janelas foi direcionada para que poucas delas ficassem em direção ao norte e ao sul, reduzindo a perda de calor durante o inverno.

Talvez, um dos aspectos mais interessantes da casa seja a parede feita de garrafas de água (garrafas pet). O material não só foi reciclado, mas a parede também serve como um dissipador do calor que absorve durante o dia inteiro, liberando-o pela casa durante a noite fria. O isolamento da casa foi produzido com papel reciclado e o concreto usado para a base inclui cinzas volantes (uma substância produzida durante a queima do carvão). Até mesmo o carpete é feito de materiais recicláveis, mais especificamente, materiais de garrafas plásticas recicladas.

ANEXO III⁷⁷

EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Casa Modelo Sustentável

Local: Americana/S.Paulo



A Casa Modelo Experimental foi construída na Sede do Consórcio PCJ, no Centro de Referência em Gestão e Proteção dos Recursos Hídricos, em Americana, São Paulo, localizada na zona climática identificada como Tropical Úmida.

Inaugurada em 2009, constitui-se em uma importante contribuição para a divulgação e popularização de modelos construtivos sustentáveis, por meio de soluções interessantes, que serão descritas abaixo.

Telhado

Alto e inclinado a 45° , por três razões:

1. Facilitar o escoamento e captação das águas de chuva;
2. Aplicação do sistema de arrefecimento passivo, por meio do efeito chaminé;
3. Os 03 painéis fotovoltaicos e o coletor solar estão localizados na melhor inclinação e orientação, para o Hemisfério Sul (45° N), para maior eficiência.

É autosuficiente em energia, possui equipamentos de baixo consumo, tais como lâmpadas *LED*, eletrodomésticos eficientes, torneiras com aeradores e vasos sanitários com caixa acoplada com duplo acionamento, chuveiro alimentado pelo painel fotovoltaico e água aquecida pelo coletor solar, acoplado a ele um gerenciador de função que define temperatura e tempo de banho.

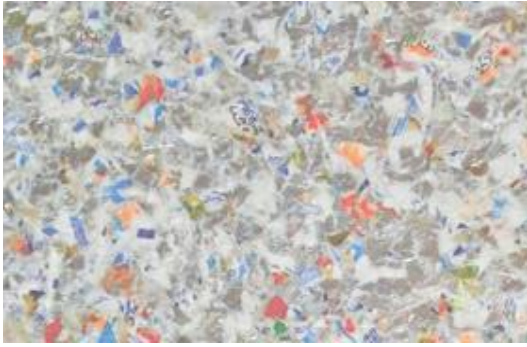
Possui dois pontos de captação de água de chuva, demonstrado abaixo, filtrada e encaminhada à cisterna para reuso nos vasos sanitários, para rega de jardins e lavagem de áreas externas.



Sistema de captação de água de chuva, em forma de V, localizado no alto do telhado.



Sistema de captação de água de chuva – Filtro natural, composto por tela, areia e pedra.



O material utilizado no forro e telhado, demonstrado abaixo, provem de aparas de tubo de pasta de dente, totalmente recicláveis.

Com relação à estrutura, o material utilizado é o Blocaço, composto por 10% cimento, 10% de liga e 80% de escória (provinda do resíduo gerado pela produção do aço, desenvolvido pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP).



ANEXO IV⁷⁸

EXEMPLOS DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Divisão de Ciências Laboratoriais dos CDC

Atlanta – Geórgia



Perkins + Will

A Divisão de Ciências Laboratoriais dos CDC, Construção 110

Este edifício conquistou a certificação LEED Ouro (e foi a primeira construção governamental de alto desempenho a fazer isso) através da incorporação de várias técnicas de construção de prédios verdes. Por exemplo, os sistemas de conservação da água permitem que a água da chuva seja coletada em tanques e penetrem no solo para irrigar a área verde. Até mesmo a condensação que se forma nos sistemas de aquecimento, de ventilação e de ar condicionado (HVAC) é coletada nesses tanques.

Os materiais usados na construção incluíram recursos renováveis, como bambu, e os construtores reciclavam metade dos resíduos da construção.

Para economizar energia, as luzes da construção são equipadas com sensores que detectam quando um local está vazio ou quando a luz solar é suficiente. Nesses casos, os sensores são acionados e as luzes se apagam. Esta técnica é chamada de aproveitamento solar.

A luz solar adequada é especialmente importante para as áreas de laboratório, já que são freqüentemente ocupadas. Esta construção foi projetada para permitir uma grande entrada de luz solar (apesar da posição do prédio ter dificultado essa tarefa). Os tetos com 4,8 metros de altura permitem que a luz solar tenha maior alcance nos laboratórios.

Além disso, um sistema de brise-soleil (ou estrutura de quebra-sol) absorve a luz e a reflete por toda a construção, ao mesmo tempo em que bloqueia o aquecimento solar. Os esforços surtiram efeito, pois a construção economiza cerca de US\$ 175 mil em custos de energia todo ano.